



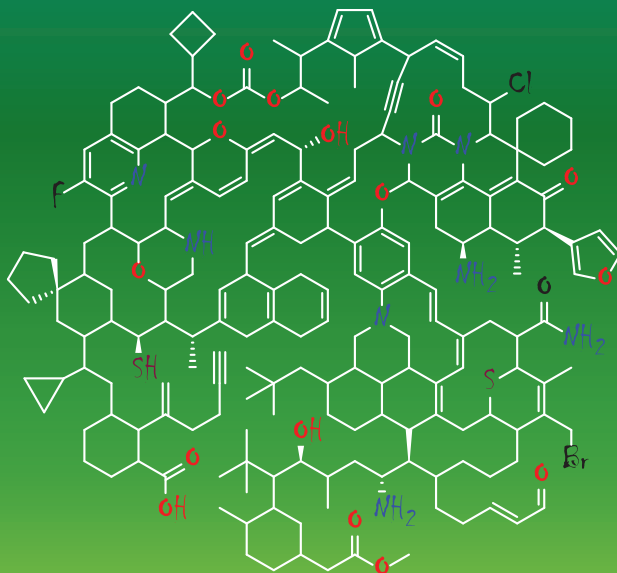
Уральский  
федеральный  
университет

имени первого Президента  
России Б.Н.Ельцина

Институт естественных наук  
и математики

# НОМЕНКЛАТУРА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Учебное пособие





МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б. Н. ЕЛЬЦИНА

# НОМЕНКЛАТУРА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Учебное пособие

Рекомендовано методическим советом  
Уральского федерального университета в качестве учебного пособия  
для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки  
04.03.01 «Химия», 04.03.02 «Химия, физика и механика материалов»,  
05.03.06 «Экология и природопользование», 06.03.01 «Биология»,  
по специальностям 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»,  
30.05.01 «Медицинская биохимия», 30.05.02 «Медицинская биофизика»

Екатеринбург  
Издательство Уральского университета  
2019

УДК 547(075.8)  
Н811

А в т о р ы:  
А. А. Вшивков, В. С. Мошкин,  
Д. Л. Обыденнов, А. В. Пестов

Под общей редакцией В. Я. Сосновских

Р е ц е н з е н т ы:  
кафедра технологий ЦПБ и переработки полимеров  
Уральского государственного лесотехнического университета  
(заведующий кафедрой доктор технических наук *В. Г. Буриндин*);  
*И. С. Пузырев*, кандидат химических наук,  
научный сотрудник Института органического синтеза УрО РАН

**Номенклатура органических соединений: учебное пособие /**  
Н811 [А. А. Вшивков, В. С. Мошкин, Д. Л. Обыденнов, А. В. Пестов ; под общ. ред. В. Я. Сосновских] ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 236 с. – Библиогр.: с. 217. – 40 экз. – ISBN 978-5-7996-2744-7. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-7996-2744-7

В учебном пособии освещены основные принципы номенклатуры органических соединений различных классов, рассматриваемых в основном курсе органической химии. Уделено внимание производным со смешанными функциями, особенностям номенклатуры гетероциклических соединений и комплексам с участием органических лигандов.

Предназначено для студентов вузов, осваивающих специальности химических направлений и смежные специальности, а также для учащихся специализированных химических классов гимназий и лицеев и всех тех, кто интересуется органическими веществами или непосредственно с ними работает.

УДК 547(075.8)

# ОГЛАВЛЕНИЕ

От авторов .....	8
Введение .....	10
1. АЦИКЛИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ .....	17
1.1. Насыщенные углеводороды (алканы) .....	17
1.1.1. Насыщенные неразветвленные соединения .....	17
1.1.2. Насыщенные разветвленные соединения .....	19
1.2. Ненасыщенные углеводороды .....	22
1.2.1. Ненасыщенные неразветвленные ациклические углеводороды с одной двойной связью (алкены) .....	22
1.2.2. Ненасыщенные неразветвленные ациклические углеводороды с одной тройной связью (алкины) .....	23
1.2.3. Ненасыщенные неразветвленные ациклические углеводороды с двойными и тройными связями .....	23
1.2.4. Ненасыщенные разветвленные ациклические углеводороды ...	24
1.2.4.1. Одновалентные радикалы .....	25
1.2.4.2. Двух- и трехвалентные радикалы .....	25
2. ПРОИЗВОДНЫЕ АЦИКЛИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ С ОДНОЙ ФУНКЦИЕЙ ИЛИ НЕСКОЛЬКИМИ ОДИНАКОВЫМИ ФУНКЦИЯМИ .....	27
2.1. Галогенопроизводные .....	31
2.2. Спирты .....	33
2.3. Производные спиртов .....	36
2.3.1. Соли .....	36
2.3.2. Простые эфиры .....	37
2.3.3. Перекиси (пероксиды) .....	38
2.4. Альдегиды, кетоны .....	39
2.4.1. Альдегиды .....	39
2.4.2. Кетоны .....	41
2.5. Кетены .....	42
2.6. Производные альдегидов и кетонов .....	42
2.6.1. Ацетали .....	42
2.6.2. Ацилали .....	43
2.6.3. Ацилоины .....	43

2.7. Карбоновые кислоты .....	44
2.7.1. Предельные одноосновные кислоты .....	44
2.7.1.1. Ацильные радикалы .....	47
2.7.1.2. Анионы и соли карбоновых кислот .....	48
2.7.1.3. Производные карбоновых кислот .....	49
2.7.1.3.1. Сложные эфиры .....	49
2.7.1.3.2. Ортокислоты .....	52
2.7.1.3.3. Ортоэфиры карбоновых кислот .....	52
2.7.1.3.4. Ангидриды карбоновых кислот .....	52
2.7.1.3.5. Галогенангидриды карбоновых кислот .....	52
2.7.1.3.6. Амиды кислот .....	53
2.7.1.3.7. Нитрилы .....	53
2.7.1.3.8. Изоцианиды (изонитрилы) .....	54
2.7.1.3.9. Гидразиды кислот .....	54
2.7.1.3.10. Азиды .....	54
2.7.1.3.11. Пероксикислоты (надкислоты) .....	54
2.7.2. Непредельные одноосновные кислоты .....	55
2.7.3. Предельные двухосновные кислоты .....	56
2.7.3.1. Ацильные радикалы двухосновных кислот .....	57
2.7.3.2. Анионы и соли двухосновных кислот .....	60
2.7.3.3. Сложные эфиры .....	60
2.7.3.4. Другие производные двухосновных кислот .....	61
2.7.3.4.1. Ангидриды двухосновных кислот .....	61
2.7.3.4.2. Галогенангидриды двухосновных кислот .....	61
2.7.3.4.3. Амиды двухосновных кислот .....	61
2.7.3.4.4. Имиды двухосновных кислот .....	62
2.7.3.4.5. Нитрилы двухосновных кислот .....	62
2.7.4. Непредельные двухосновные карбоновые кислоты .....	63
2.8. Нитросоединения .....	64
2.9. Амины .....	65
2.9.1. Первичные амины .....	65
2.9.2. Вторичные и третичные амины .....	66
2.9.3. Аммониевые ионы (соли) .....	67
2.10. Диазосоединения алифатического ряда .....	67
3. ПРОИЗВОДНЫЕ АЦИКЛИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ СО СМЕШАННЫМИ ФУНКЦИЯМИ .....	68
3.1. Гидроксикарбоновые (оксикарбоновые) кислоты .....	68
3.1.1. Ацильные радикалы .....	70

3.1.2. Анионы и соли .....	71
3.1.3. Сложные эфиры .....	72
3.1.4. Лактоны, лактиды .....	72
3.2. Оксокарбоновые кислоты (альдегидо-, кетонокислоты) .....	74
3.3. Оксиксоединения .....	75
3.4. Углеводы .....	77
3.4.1. Моносахариды .....	77
3.4.2. Дисахариды .....	83
3.4.3. Полисахариды .....	84
3.5. Аминокислоты .....	85
3.6. Производные угольной кислоты .....	91
3.7. Циклоалканы .....	93
3.7.1. Моноциклические соединения .....	93
3.7.2. Бициклические соединения .....	95
3.7.2.1. Сомкнутые бициклические системы (ансамбли колец) ...	96
3.7.2.2. Спиротуглеводороды, спироалканы (спираны) .....	97
3.7.2.3. Бициклические системы с конденсированными кольцами. Мостиковые циклические системы .....	98
3.8. Терпены .....	99
3.8.1. Ациклические терпены .....	99
3.8.2. Циклические терпены .....	99
3.8.2.1. Моноциклические терпены .....	99
3.8.2.2. Бициклические терпены .....	101
3.9. Ароматические соединения .....	103
3.9.1. Арены (бензоидные углеводороды) .....	103
3.9.1.1. Одно- и двухвалентные радикалы со свободными валентностями у атомов углерода, входящих в кольцо (арилы, арилены) .....	105
3.9.1.2. Одно- и многовалентные радикалы со свободными валентностями в боковой цепи .....	105
3.9.2. Функциональные производные аренов .....	106
3.9.2.1. Галогенопроизводные .....	109
3.9.2.2. Серосодержащие соединения (кислоты, их производные, сульфоны, сульфоксиды, сульфиды) ...	110
3.9.2.3. Азотосодержащие соединения .....	112
3.9.2.3.1. Нитросоединения .....	112
3.9.2.3.2. Нитрозосоединения .....	113
3.9.2.3.3. Аминосоединения .....	113

3.9.2.3.4. Аммониевые соединения .....	116
3.9.2.3.5. Диазо- и азосоединения .....	116
3.9.2.3.6. Азоксисоединения .....	118
3.9.2.3.7. Гидразины и гидразосоединения .....	118
3.9.2.4. Фенолы .....	119
3.9.2.4.1. Соли фенолов .....	121
3.9.2.4.2. Простые эфиры фенолов .....	122
3.9.2.5. Альдегиды, кетоны, кетены. Хиноны .....	124
3.9.2.5.1. Альдегиды .....	124
3.9.2.5.2. Кетоны, кетены, хиноны .....	125
3.9.2.6. Карбоновые кислоты и их производные .....	127
3.9.2.6.1. Анионы, соли карбоксильных кислот и сложные эфиры .....	129
3.9.2.6.2. Галогенангидриды, ангидриды, амиды карбоксильных кислот .....	131
3.9.2.6.3. Аминокислоты .....	133
3.9.2.6.4. Фталаминовые кислоты .....	134
3.9.2.6.5. Фенолкарбоновые кислоты .....	134
3.9.3. Полиядерные ароматические соединения .....	135
3.9.3.1. Соединения с изолированными бензольными ядрами ...	135
3.9.3.2. Конденсированные ароматические системы .....	136
3.9.3.2.1. Одно- и двухвалентные радикалы .....	138
3.9.3.2.2. Функциональные производные систем с конденсированными ядрами .....	139
3.10. Гетероциклические соединения .....	144
3.10.1. Моноциклические соединения .....	145
3.10.2. Полициклические соединения .....	152
<b>4. ОБОЗНАЧЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ИЗОМЕРОВ (СТЕРЕОИЗОМЕРОВ) .....</b>	<b>157</b>
4.1. Энантиомеры .....	157
4.1.1. Соединения, обладающие центром хиральности .....	159
4.1.1.1. $\alpha$ -Амино- и $\alpha$ -оксикислоты .....	159
4.1.1.2. Простейшие углеводы .....	160
4.1.1.3. R/S-система Кана – Ингольда – Прелога .....	161
4.1.1.3.1. Общие положения .....	161
4.1.1.3.2. Обозначение прохиральности .....	166
4.1.1.3.3. Циклические соединения .....	167



4.1.1.3.4. Соединения с неуглеродным хиральным центром .....	168
4.1.2. Соединения, обладающие осью хиральности .....	169
4.1.3. Соединения, обладающие плоскостью хиральности .....	171
4.1.4. Соединения, обладающие спиральностью .....	172
4.2. Диастереомеры .....	173
4.2.1. Соединения, обладающие несколькими хиральными центрами .....	173
4.2.1.1. <i>D/L</i> -система .....	173
4.2.1.1.1. Углеводы .....	173
4.2.1.1.2. Производные и продукты превращения моносахаридов .....	180
4.2.1.1.3. $\alpha$ -Аминокислоты .....	186
4.2.1.1.4. <i>R/S</i> -система .....	188
4.3. Геометрические изомеры .....	193
4.4. Конформационные изомеры .....	197
4.4.1. Ациклические соединения .....	197
4.4.2. Циклические соединения .....	202
5. ОБОЗНАЧЕНИЕ КООРДИНАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ, СОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИЕ ЛИГАНДЫ .....	209
Рекомендуемая литература .....	217
<i>Приложение 1. Морфемы и составляющие в названиях органических соединений</i> .....	218
<i>Приложение 2. Наиболее распространенные аббревиатуры заместителей</i> .....	225
<i>Приложение 3. Наиболее распространенные аббревиатуры органических соединений</i> .....	229

## ОТ АВТОРОВ

Повсеместное использование в настоящее время органических соединений и материалов требует от человека вне зависимости от его базового образования элементарной химической грамотности. Последняя, прежде всего, начинается с понимания названий химических веществ, перечень которых указывается при описании состава пищевых продуктов, косметических средств и бытовой химии. Кроме того, при работе с органическими веществами во все времена являлось правилом хорошего тона и показателем уровня эрудиции использование тривиальных (исторически возникших) названий органических веществ. Их применение существенно облегчает общение и экономит время. Так, например, название 3-гидрокси-3-карбоксипентандиовая кислота требует для понимания того, какое именно соединение оно обозначает, гораздо больше усилий, нежели тривиальное название данного вещества: лимонная кислота.

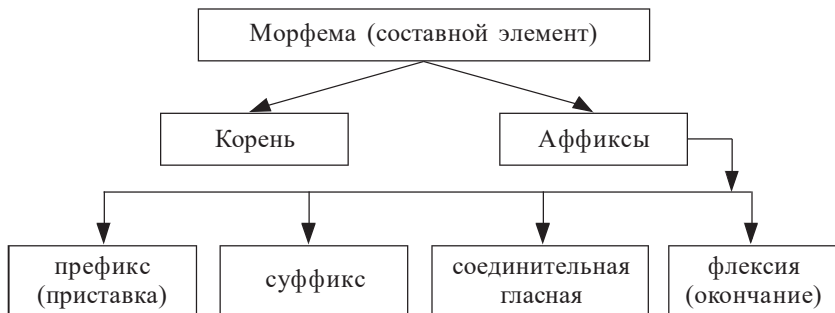
Номенклатура органических соединений – это большая и отдельная наука, которая прекрасно понимается студентами старших курсов, аспирантами и молодыми научными сотрудниками, специализирующимися в области органической химии, но тяжело усваивается при первоначальном изучении органической химии в вузе, в том числе студентами нехимических специальностей. По этой причине и было подготовлено данное учебное пособие. Его цель – заполнить имеющийся пробел в учебной литературе, создав упрощенную и наглядную основу для формирования у читателя представления о номенклатуре органических соединений и навыка составления их конкретных названий.

Изложение материала в настоящем учебном пособии соответствует стандартной последовательности рассмотрения основных классов органических соединений в общем курсе органической химии, что позволяет обучающимся эффективно ориентироваться

в поиске необходимой информации. Каждому классу веществ посвящен свой раздел, в котором рассматриваются наиболее распространенные производные.

При составлении названия любого вещества необходимо помнить, что название – это слово, образование и начертание которого должны соответствовать правилам русского языка.

Так, слова состоят из морфем (составных элементов):



Основа слова – это часть слова, в которой содержится его лексическое значение. Применительно к химическим названиям основа складывается из префиксов, корня и аффиксов. Окончание в основу слова не входит, поскольку эта морфема не изменяет его значения, ее функция – выражать синтаксические отношения данного слова к другим словам в словосочетании и в предложении. Лексическое значение слова определяется указанными составными элементами его основы, что и можно четко проследить на примерах образования названий органических соединений. Особенность данного учебного пособия и заключается в том, что в нем впервые приведена понятийная систематизация построения названий органических соединений как слов русского языка.

Остается отметить, что это учебное пособие является своего рода начальным «путеводителем» в номенклатуре органических соединений, показывающим четкую взаимосвязь между их строением и названием. В случае затруднений при составлении названий органических соединений следует обращаться к источникам, указанным в списке рекомендуемой литературы.

# ВВЕДЕНИЕ

И назвал Бог сушу землею,  
а собрание вод назвал морями.

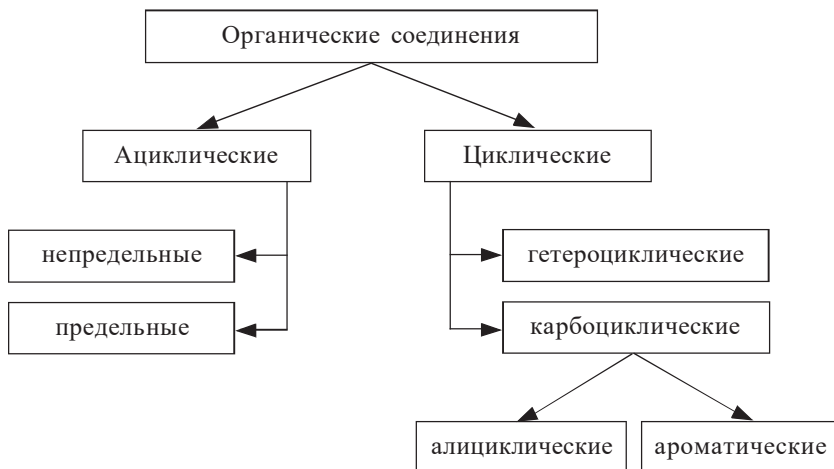
*Бытие, 1:10*

Имена необходимы для утверждения,  
что эта вещь обладает тем-то свойством.

*Людвиг Витгенштейн*

Химическая номенклатура – это совокупность названий индивидуальных химических веществ, их групп и классов, а также правила составления этих названий. В основу научной классификации и номенклатуры органических соединений положены принципы теории химического строения А. М. Бутлерова.

Все органические соединения подразделяют на два ряда: ациклические и циклические.



Классификация органических соединений  
по углеводородной основе

I. Ациклические соединения (их называют также алифатическими, или соединениями жирного ряда) имеют открытую цепь углеродных атомов.

К ациклическим соединениям относятся:

- 1) предельные (насыщенные) соединения;
- 2) непредельные (ненасыщенные) соединения.

II. Циклические соединения – это соединения с замкнутой в кольцо цепью атомов.

К циклическим соединениям относятся:

1) карбоциклические (изоциклические) соединения, в кольцевую систему которых входят только углеродные атомы. Это а) алициклические (предельные и непредельные) и б) ароматические соединения;

2) гетероциклические соединения, в кольцевую систему которых кроме атома углерода входят атомы других элементов – гетероатомы (кислород, азот, сера и др.).

В ациклических и карбоциклических соединениях основными классами являются углеводороды, а в основе гетероциклических соединений лежат гетероциклы, в которых атомы, образующие кольцо, соединены только с атомами водорода.

В предельных (насыщенных) углеводородах атомы углерода соединены друг с другом простыми (ординарными) C–C-связями. В непредельных (ненасыщенных) углеводородах имеются одна пара или несколько пар углеродных атомов, соединенных кратными – двойными (C=C) или тройными (C≡C) связями.

При отнятии двух и более атомов водорода от несмежных атомов углерода из предельных ациклических углеводородов могут быть получены циклические углеводороды.

Углеводороды различных классов образуют гомологические ряды, в которых каждый последующий углеводород отличается от предыдущего члена ряда на гомологическую разность  $-\text{CH}_2-$ . Состав любого члена гомологического ряда выражается общей для данного ряда эмпирической формулой. Например, состав предельных углеводородов может быть представлен формулой  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ , состав непредельных углеводородов с одной двойной связью – формулой  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ .

При замещении в углеводородах того или иного гомологического ряда одного атома или нескольких атомов водорода отдельными атомами или группами (например, галогенами, группами  $\text{NO}_2$ ,  $\text{OH}$ ,  $\text{NH}_2$  и др.) образуются гомологические ряды соответственно галогенопроизводных, нитросоединений, спиртов, аминов и др. Таким образом, все другие классы органических соединений того или иного ряда являются производными углеводородов.

Для наименования отдельных органических соединений используются тривиальные названия и названия на основе ряда номенклатур, таких как рациональная номенклатура, Женевская номенклатура (1892), Льежская номенклатура (1930) и номенклатура IUPAC (ИЮПАК), которая начиная с 1957 г. публикуется под названием «Правила номенклатуры органических соединений IUPAC». Решение о разработке номенклатуры ИЮПАК было принято в 1947 г. на совещании Международного союза чистой и прикладной химии (International Union of Pure and Applied Chemistry – IUPAC), состоявшемся в Лондоне.

Тривиальные названия не вытекают из каких-либо единых систематических принципов номенклатуры. Они обычно отражают происхождение вещества, выделение его из природных продуктов, иногда связаны с именами ученых, их открывших.

По рациональной номенклатуре корнем в названии органического соединения обычно выступает название наиболее простого (чаще всего – первого) члена данного гомологического ряда. Все остальные соединения рассматриваются как производные этого соединения, образованные замещением в нем атомов водорода углеводородными или иными радикалами.

По Женевской номенклатуре корнем в названии органического соединения является название нормального углеводорода, содержащего то же число атомов углерода, что и наиболее длинная углеводородная цепь в этом соединении. Приставки (префиксы) и суффиксы показывают наличие в этой главной цепи боковых цепей, функциональных групп, нефункциональных заместителей и кратных связей. Положение боковых цепей, групп или кратных связей в главной углеводородной цепи обозначают арабскими цифрами (локантами),

а число одинаковых замещающих групп или кратных связей – греческими (иногда – латинскими) аффиксами.

Порядок перечисления составляющих в названии соединения определяется их условным старшинством по отношению друг к другу. Названия углеводородных радикалов помещают перед названием главной цепи, а обозначения кратных связей – после корня слова.

Нумерация углеродных атомов в главной цепи соединения определяется также условным старшинством замещающих групп или кратных связей и их расположением по отношению к одному или другому концу этой цепи.

По Льежской номенклатуре за корень в названии соединения принимается самая длинная углеродная цепь, но допускаются и отклонения от этого правила. Если боковые радикалы в этой самой длинной цепи оказываются сложными, то в качестве корня может быть выбрана и более короткая цепь, чтобы боковые радикалы оказались простыми. Главная углеродная цепь должна включать функциональную группу, даже если эта цепь и не является самой длинной.

Если функциональных групп несколько, то главную цепь выбирают так, чтобы в ней оказалось наибольшее число функциональных групп. Правила Льежской номенклатуры допускают несколько названий для одного и того же соединения, что приводит к субъективности выбора и неопределенности терминологии.

В номенклатуре ИЮПАК используются те же обозначения и принципы построения названий, что и в Женевской номенклатуре, а способы применения этих принципов заключаются в основном в развитии и упорядочении Льежской номенклатуры. Международные правила номенклатуры химических соединений, разрабатываемые в комиссиях ИЮПАК, облегчают общение химиков разных стран друг с другом и способствуют интернационализации науки. Однако номенклатура не может существовать вне национального языка, в отрыве от его законов. Переплетение международного и национального в номенклатуре приводит к тому, что названия химических соединений не могут быть формально переведены с одного языка на другой: они должны быть адаптированы, должны принять соответствующую языковую форму.

Так, корнем в названии ациклических соединений обязательно является самая длинная цепь. Подробно разработана номенклатура боковых цепей и установлено старшинство радикалов при перечислении их в названии. Узаконены наиболее употребительные тривиальные и полутривиальные названия многих соединений и радикалов. Установлен порядок старшинства характеристических групп, к которым относятся все неуглеродные заместители. Цифры, указывающие на положение радикалов или групп, ставятся перед каждым префиксом, их обозначающим.

Цифра (локант), обозначающая кратную связь или главную группу, в соответствии с номенклатурой ИЮПАК обычно ставится перед суффиксом. В литературе можно встретить различное расположение локантов, что допускается и связано как с удобством их использования, так и с традициями различных стран. Например, в Англии локанты ставят перед суффиксами (бут-1-ен), а в США – перед корнем (1-бутен). В русской номенклатуре локант ставится по-разному, но наиболее разумно, на наш взгляд, размещать его после суффикса (бутен-1), чтобы разгрузить корень.

Номенклатура ИЮПАК допускает использование семи систем.

1. Заместительная система (наиболее предпочтительная).

Примеры: 1-пропанамин, пропан-2-он, 2-нафтилэтанон.

2. Радикально-функциональная система.

Примеры: метилхлорид, диметиловый эфир, трифениламин, диметилкетон.

3. Аддитивная система.

Примеры: 1,2-дигидронафталин, оксид стильбена.

4. Соединительная система (используется в реферативном химическом журнале и в современной химической базе данных Chemical Abstract).

Примеры: 2-нафталинуксусная кислота, бензол-1,3,5-триэтанамин.

5. Заменительная система («а»-система).

Примеры: 2,4-диоксагексанол-1, 3,7-дитиа-5-азанонан.

6. Субаттрактивная система.

Примеры: *L*-дегидроаскорбиновая кислота, 4-метиленнорпинан (аффикс -нор- указывает на отсутствие метильных групп).

7. Система ансамблей, содержащих одинаковые циклы.



Примеры: бифенил, 2,2'-бипиридил.

В качестве иллюстрации в табл. 1 приведены номенклатурные и тривиальные названия ряда органических соединений.

Т а б л и ц а 1

**Формулы и названия  
некоторых органических соединений**

Структурная формула соединения	Название		
	Согласно номенклатуре ИЮПАК	Согласно рациональной номенклатуре	Тривиальное
$  \begin{array}{c}  1 \quad 2 \quad 3 \\  \text{CH}_3\text{CHCH}_3 \\    \\  \text{CH}_3  \end{array}  $	2-Метилпропан (заместительная система)	Триметил- метан	Изобутан
$  \begin{array}{c}  1 \quad 2 \quad 3 \\  \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{CH}_3 \\    \\  \text{CH}_3  \end{array}  $	2-Метил- проп-1-ен (заместительная система)	Несиммет- ричнодиметил- этилен, $\alpha,\alpha$ -диметил- этилен	Изобутилен
$  \begin{array}{c}  \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_3 \\    \\  \text{OH}  \end{array}  $	Бутан-2-ол (2-бутанол или бутанол-2) (заместительная система)	Метилэтил- карбинол	<i>втор</i> -Бутиловый спирт
$  \begin{array}{c}  \text{I} \\    \\  \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3  \end{array}  $	2-Йодпропан (заместительная система), изопропилйодид (радикально- функциональная система)	—	Йодистый изопропил
$  \begin{array}{c}  \text{O} \\     \\  \text{H}_3\text{C}-\text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3  \end{array}  $	Пентан-3-он (заместительная система),	$\alpha,\alpha'$ -Диметил- ацетон	—

О к о н ч а н и е   т а б л .   1

Структурная формула соединения	Название		
	Согласно номенклатуре ИЮПАК	Согласно рациональной номенклатуре	Тривиальное
	диэтилкетон (радикально- функциональная система)		
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$	Этоксизтан (заместительная система), диэтиловый эфир (радикально- функциональная система), 3-оксапентан (заменительная система)	—	Серный эфир, этиловый эфир

Следует отметить, что номенклатура ИЮПАК является обязательной для научных публикаций, в остальных случаях можно использовать другие номенклатуры.

# 1. АЦИКЛИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

## 1.1. НАСЫЩЕННЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (АЛКАНЫ)

### 1.1.1. Насыщенные неразветвленные соединения

Первые ациклические углеводороды (всего их четыре) – метан, этан, пропан и бутан. Названия остальных членов этого ряда образованы от греческих или (в единичных случаях) латинских числительных и суффикса **-ан**. Конечная буква **-а** в числительном при этом опускается (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Примеры названий алканов

Количество атомов углерода в соединении	Название	Количество атомов углерода в соединении	Название
1	Метан	7	Гептан (греч. <i>гепта</i> – 7)
2	Этан	8	Октан (греч. <i>окта</i> – 8)
3	Пропан	9	Нонан (лат. <i>нона</i> – 9)
4	Бутан	10	Декан (греч. <i>дека</i> – 10)
5	Пентан (греч. <i>пента</i> – 5)	11	Ундекан (лат. <i>ундека</i> – 11)
6	Гексан (греч. <i>гекса</i> – 6)	12	Додекан (греч. <i>додека</i> – 12)

## Окончание табл. 2

Количество атомов углерода в соединении	Название	Количество атомов углерода в соединении	Название
13	Тридекан (греч. <i>тридека</i> – 13)	24	Тетракозан (греч. <i>тетракоза</i> – 24)
14	Тетрадекан (греч. <i>тетрадека</i> – 14)	30	Триакоктан (греч. <i>триаконта</i> – 30)
15	Пентадекан (греч. <i>пентадека</i> – 15)	31	Гентриакоктан (греч. <i>гентриа-конта</i> – 31)
18	Октадекан (греч. <i>октадека</i> – 18)	32	Дотриакоктан (греч. <i>дотриа-конта</i> – 32)
20	Эйкозан (греч. <i>эйкоза</i> – 20)	40	Тетракоктан (греч. <i>тетра-конта</i> – 40)
21	Генэйкозан (греч. <i>генэйкоза</i> – 21)	50	Пентакоктан (греч. <i>пента-конта</i> – 50)
22	Докозан (греч. <i>докоза</i> – 22)	100	Гектан (греч. <i>гекта</i> – 100)
23	Трикозан (греч. <i>трикоза</i> – 23)	132	Дотриакоктагектан (греч. <i>дотриа-конта</i> – 32 и <i>гекта</i> – 100)

Одновалентные радикалы, образованные из насыщенных неразветвленных ациклических углеводородов отнятием водорода от конечного углеродного атома, обозначают, заменяя суффикс **-ан** в названии углеводорода суффиксом **-ил**. Атом углерода со свободной

валентностью получает номер 1. Эти радикалы называют нормальными или неразветвленными алкилами:

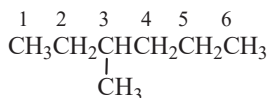
$-\text{CH}_3$  – метил;

$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  – бутил;

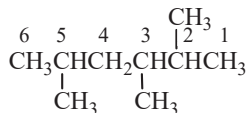
$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  – гексил.

### 1.1.2. Насыщенные разветвленные соединения

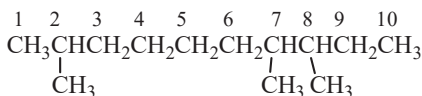
Для обозначения насыщенных ациклических углеводородов с разветвленной цепью углеродных атомов находят самую длинную цепь и нумеруют ее от одного конца до другого арабскими цифрами, причем направление нумерации выбирают так, чтобы цифры (локанты), указывающие на положение боковых цепей, были в цифровом ряду наименьшими. Для проверки правильности выбора начала цепи в сильноразветвленных алканах нужно сравнить суммы локантов двух альтернативных вариантов нумерации: правильная нумерация – с меньшей суммой локантов. Затем называют радикалы, указывая номер углеродного атома, связанного с радикалом, и основную цепь, которая определяет название всей молекулы.



3-метилгексан

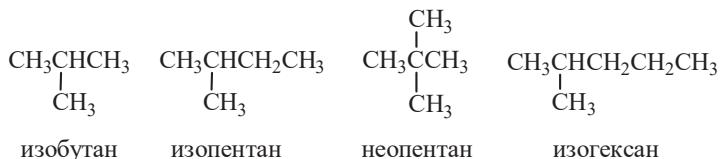


2,3,5-триметилгексан, но не 2,4,5-триметилгексан

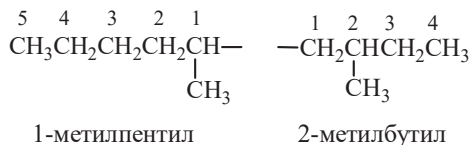


2,7,8-триметилдекан, но не 3,4,9-триметилдекан

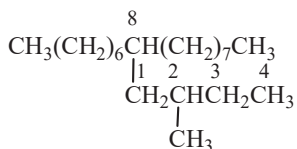
Тривиальные названия сохраняются только для следующих незамещенных углеводородов:



Названия одновалентных разветвленных радикалов алканов получают, добавляя к названию неразветвленного алкила (радикала), соответствующего самой длинной цепи, начинающейся от атома углерода со свободной валентностью, префикс, обозначающий боковую цепь.

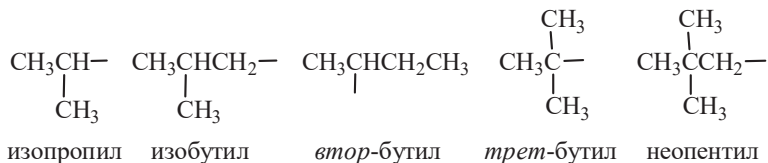


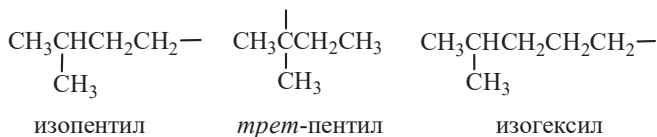
После названия разветвленного радикала следует название основной (более длинной) цепочки, причем название радикала лучше помещать в скобки.



8-(2-метилбутил)гексадекан

Сохраняются тривиальные названия только для следующих незамещенных радикалов:

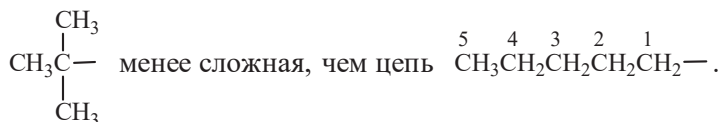




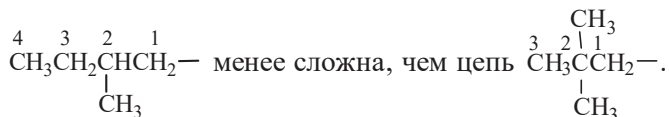
Если в соединении имеются две разные боковые цепи или более, то в названии молекулы их можно перечислять: а) в порядке возрастания сложности (применяется в рациональной номенклатуре); б) в алфавитном порядке. Последний вариант в настоящее время рекомендуется ИЮПАК.

При перечислении боковых цепей в порядке возрастания их сложности исходят из указанных ниже принципов.

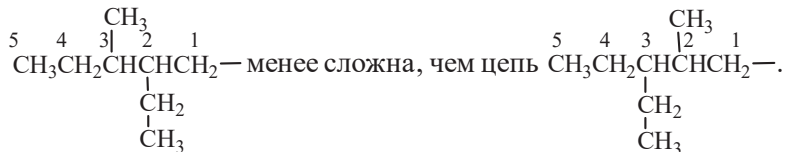
1. Менее сложной является цепь, у которой общее число углеродных атомов меньше. Например, цепь



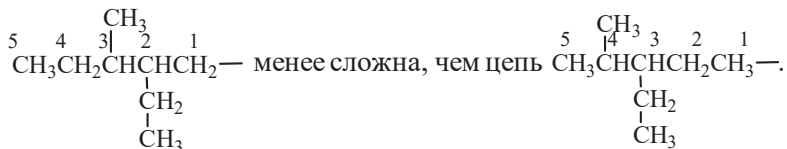
2. Если общее число атомов углерода в цепях разветвленного радикала одинаково, то менее сложной будет боковая цепь с наиболее длинной основной цепочкой радикала. Например, цепь



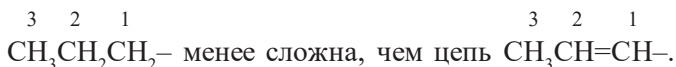
3. Менее сложна та боковая цепь, в которой самый длинный заместитель в основной цепи имеет наименьший локант. Например, цепь



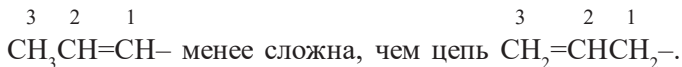
4. Менее сложна та боковая цепь, в которой заместители имеют наименьшие локанты. Например, цепь



5. Менее сложна наиболее насыщенная цепь. Например, цепь



6. Менее сложна та цепь, в которой положение кратной связи обозначается наименьшим локантом. Например, цепь



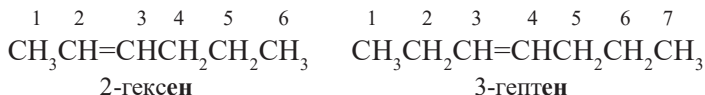
Алфавитный порядок названий разветвленных радикалов нами не рассматривается, так как он используется в рациональной номенклатуре.

## 1.2. НЕНАСЫЩЕННЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

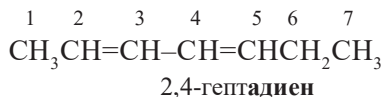
### 1.2.1. Ненасыщенные неразветвленные ациклические углеводороды с одной двойной связью (алкены)

Для их обозначения суффикс **-ан** в названии соответствующего насыщенного углеводорода заменяют на суффикс **-ен**. Если в углеводороде имеются две двойные связи или более, то используются суффиксы **-адиен** (алкадиен), **-атриен** (алкатриен) и т. д.

Цепи нумеруют начиная с того конца, к которому заместитель ближе.







Для алкенов сохраняются следующие тривиальные названия: этилен (структурная формула  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ); аллен (структурная формула  $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$ ).

### 1.2.2. Ненасыщенные неразветвленные ациклические углеводороды с одной тройной связью (алкины)

Для их обозначения суффикс **-ан** в названии соответствующего насыщенного углеводорода заменяют на суффикс **-ин**. При наличии двух тройных связей или более используют суффиксы **-адиин**, **-атриин** и т. д.

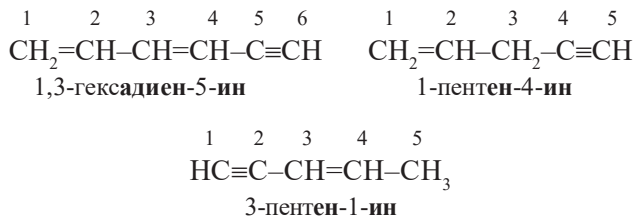
Родовые названия углеводородов (как разветвленных, так и неразветвленных) с одной, двумя, тремя тройными связями и т. д. — алкины, алкадиины, алкатриины и т. д.

Цепи нумеруют начиная с того конца, к которому тройная связь ближе. Название «ацетилен» сохраняется.

### 1.2.3. Ненасыщенные неразветвленные ациклические углеводороды с двойными и тройными связями

Для их обозначения суффикс **-ан** в названии соответствующего насыщенного углеводорода заменяют на суффиксы **-енин**, **-адиенин**, **-атриенин**, **-ендиин** и т. д.

При наличии в цепи двойных и тройных связей ее нумеруют с того конца, где находится ближайшая связь, несмотря на то, что при этом у суффикса **-ин** будет стоять меньший локант, чем у суффикса **-ен**. Если же при нумерации возможен выбор, то ее начинают с того конца, где находится ближайшая двойная связь.



### 1.2.4. Ненасыщенные разветвленные ациклические углеводороды

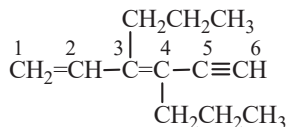
Эти соединения рассматривают как производные неразветвленных углеводородов, содержащих максимальное число двойных и тройных связей.

Если при нумерации цепи с максимальным числом ненасыщенных связей имеется несколько возможностей, то выбирают цепь с наибольшим числом атомов углерода.

Если в нескольких цепях число атомов углерода одинаково, то выбирают цепь с максимальным числом двойных связей.

В остальном поступают так же, как при наименовании насыщенных разветвленных ациклических углеводородов.

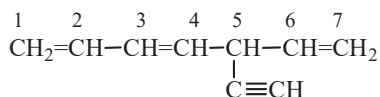
Цепь нумеруют таким образом, чтобы положение двойных и тройных связей было обозначено наименьшими членами цифрового ряда.



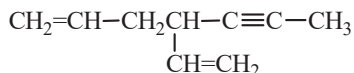
3,4-дипропил-1,3-гексадиен-5-ин



5,5-диметил-1-гексен

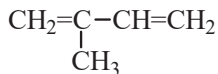


5-этинил-1,3,6-гептатриен



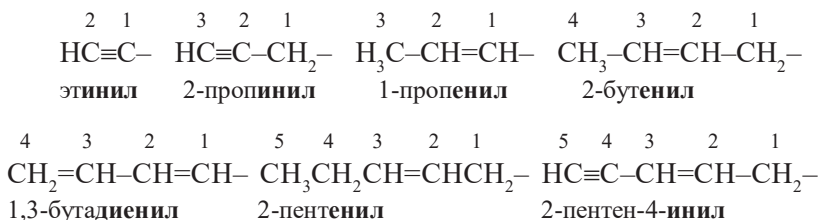
4-винил-1-гептен-5-ин

Название «изопрен» сохраняется только для незамещенного соединения.



#### 1.2.4.1. Одновалентные радикалы

Названия одновалентных радикалов – производных ненасыщенных ациклических углеводородов – образуют с помощью суффиксов **-енил**, **-инил**, **-диенил** и т. д. В случае необходимости указывают положения двойных и тройных связей. Атом углерода со свободной валентностью нумеруют цифрой 1.

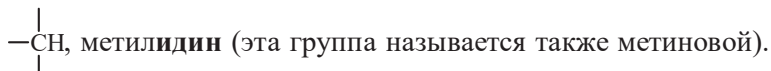


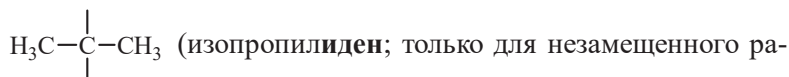
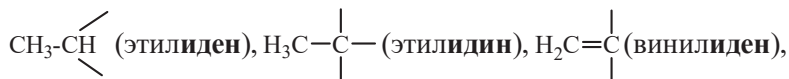
Как исключения сохраняются следующие тривиальные названия: винил (вместо этенил), структурная формула  $\text{CH}_2=\text{CH}-$ ; аллил (вместо 2-пропенил), структурная формула  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$ ; изопренил (вместо 1-метилвинил), структурная формула  $\text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}_2-$  только для незамещенного радикала.

#### 1.2.4.2. Двух- и трехвалентные радикалы

Они могут быть образованы от одновалентных ациклических углеводородных радикалов отнятием одного или двух атомов водорода от атома углерода со свободной валентностью. Для их обозначения в названии соответствующего одновалентного радикала суффикс **-ил** заменяют на суффиксы **-иден** или **-идин**.

Атом углерода со свободной валентностью нумеруют цифрой 1.

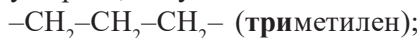




дикала).

Для радикала  $\text{CH}_2\cdot$  сохраняется название «метилен».

Двухвалентные радикалы, образованные из нормальных алканов отнятием атома водорода от каждого из двух конечных атомов углерода, получают названия по числу метиленовых групп:

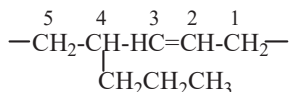


Радикал  $-(\text{CH}_2)_2-$  называют «этилен» вместо «диметилен» (исключение).



Для обозначения двухвалентных радикалов, получаемых из неразветвленных алкенов, алкадиенов, алкинов и т. д. отнятием водорода от каждого из конечных атомов углерода, суффиксы **-ен**, **-диен**, **-ин** и т. д. в соответствующем названии углеводорода заменяют на суффиксы **-енилен**, **-диенилен**, **-инилен** и т. д.

Пример:



## 2. ПРОИЗВОДНЫЕ АЦИКЛИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ С ОДНОЙ ФУНКЦИЕЙ ИЛИ НЕСКОЛЬКИМИ ОДИНАКОВЫМИ ФУНКЦИЯМИ

Для понимания номенклатуры производных углеводов необходимо усвоить следующие общие положения.

1. Обозначение R (латинская прямая прописная буква светлого начертания) применяется для одновалентных, насыщенных или ненасыщенных, незамещенных или замещенных радикалов с валентностью, исходящей из атома углерода, и образованных от алифатических, карбоциклических или гетероциклических соединений. Это обозначение не употребляется для групп  $\text{C}\equiv\text{N}$ ,  $\text{N}=\text{C}=\text{O}$ ,  $\text{N}=\text{C}=\text{S}$  и др. (табл. 3, 4).

Т а б л и ц а 3

**Характеристические группы, обозначаемые  
по номенклатуре ИЮПАК (заместительная система)  
только префиксами**

Группа	Префикс
–Br	Бром-
–Cl	Хлор-
–ClO	Хлорозил-
–ClO <sub>2</sub>	Хлорил-
–ClO <sub>3</sub>	Перхлорил-
–F	Фтор-
–I	Йод-
–IO	Йодозил-

## О к о н ч а н и е   т а б л .   3

Группа	Префикс
$-\text{IO}_2$	Йодил- (вместо йодокси-)
$-\text{I}(\text{OH})_2$	Дигидроксийод-
$-\text{IX}_2$	Х может быть галоидом или радикалом. Обозначается пре- фиксами <b>дигало-</b> , <b>гениодо-</b> и т. п. или (в случае радика- лов) производится по типу «диацетоксийод»
$=\text{N}_2$	Диазо-
$-\text{N}_3$	Азидо-
$-\text{NO}$	Нитрозо-
$-\text{NO}_2$	Нитро-
$=\text{N}(\text{O})\text{OH}$	Аци-нитро-
$-\text{OR}$	R-окси-
$-\text{SR}$	R-тио- (аналогично R-селено- и R-теллуру-)

## Т а б л и ц а   4

**Префиксы и суффиксы, использующиеся  
в номенклатуре ИЮПАК (заместительная система)  
для обозначения характеристических групп важнейших классов  
органических соединений**

Старшинство группы по убывающей	Класс	Структурная формула	Префикс	Суффикс
1	Катионы	—	Онио-	-оний
2	Карбоновые кислоты	$-\text{COOH}$ $-(\text{C})\text{OOH}^*$	Карбокси- —	-карбоновая кислота -овая кислота
3	Сульфоновые кислоты	$-\text{SO}_3\text{H}$	Сульфо-	-сульфовая кислота

Продолжение табл. 4

Старшинство группы по убывающей	Класс	Структурная формула	Префикс	Суффикс
				(в русской терминологии – сульфокислота)
4	Соли	$-\text{COOM}$	–	металл... карбоксилат
5	Эфиры сложные	$-\text{COOR}$ $-(\text{C})\text{OOR}$	R-оксикарбонил	R...-карбоксилат R...-оат
6	Галогенангидриды	$-\text{CO}$ -галоген	Галформил-	-карбонилгаллид
7	Амиды	$-\text{CONH}_2$ $-(\text{C})\text{ONH}_2$	Карбамоил-	-карбоксамид -амид
8	Амидины	$-\text{C}(=\text{NH})-\text{NH}_2$ $-(\text{C})(=\text{NH})-\text{NH}_2$	Амидино-	-карбоксиамидин -амидин
9	Нитрилы	$-\text{CN}$ $-(\text{C})\text{N}$	Циано-	-карбонитрил -нитрил
10	Альдегиды	$-\text{CH}=\text{O}$ $-(\text{C})\text{H}=\text{O}$	Формил- оксо-	-карбальдегид -ал (аль)
11	Кетоны	$>\text{C}=\text{O}$	Оксо-	-он
12	Спирты (алкоголи)	$-\text{OH}$	Гидрокси-	-ол
13	Тиолы	$-\text{SH}$	Меркапто-	-тиол
14	Гидроперекиси (гидропероксиды)	$-\text{O}-\text{O}-\text{R}$	R-гидроперокси	R-гидропероксид (R-гидроперекись)

Старшинство группы по убывающей	Класс	Структурная формула	Префикс	Суффикс
15	Амины	$-\text{NH}_2$	Амино-	-амин
16	Имины	$=\text{NH}$	Имино-	-имин
17	Эфиры простые	$-\text{OR}$	R-окси-	—
18	Сульфиды	$-\text{SR}$	R-тио-	—
19	Перекиси (пероксиды)	$-\text{O}-\text{O}-$	Диокси-	-пероксид (перекись)

*Примечание.* Атомы углерода, заключенные в скобки, относятся к основному соединению и указываются в его названии, а не в префиксе или суффиксе.

2. Для трех различных радикалов приняты обозначения  $\text{R}'$ ,  $\text{R}''$  и  $\text{R}'''$  или  $\text{R}^1$ ,  $\text{R}^2$  и  $\text{R}^3$ .

Если радикалов более трех, рекомендуются обозначения  $\text{R}^1$ ,  $\text{R}^2$ ,  $\text{R}^3$ ,  $\text{R}^4$  (при цифровых верхних индексах обозначение R без верхнего индекса не употребляется).

Обозначения  $\text{R}_1$ ,  $\text{R}_2$  и  $\text{R}_3$  (с нижними цифровыми индексами) указывают на наличие двух, трех или четырех групп, отмеченных через R, и эти обозначения нельзя смешивать с обозначениями  $\text{R}^1$ ,  $\text{R}^2$  и т. д.

3. Умножающие аффиксы (префиксы и суффиксы) **ди-** (**-ди-**), **три-** (**-три-**), **тетра-** (**-тетра-**) и т. д. применяются для обозначения числа одинаковых незамещенных радикалов или соединений, принятых за основу названия:  $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  – этандиол;  $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{NH}$  – диэтиламин;  $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$  – дихлорэтан.

Префиксы **бис-**, **трис-**, **тетракис-** и т. д. применяются для обозначения числа идентичных, одинаково замещенных радикалов.

Префиксы **би-**, **тер-**, **квартер-** и т. д. употребляются для указания числа идентичных колец, соединенных друг с другом связью – ординарной или двойной (см. подраздел 3.7).



4. К характеристическим группам относятся атомы или группы атомов, связанные в основе соединения неуглеродной связью. Например:  $-\text{OH}$ ,  $-\text{SH}$ ,  $-\text{NH}_2$ , галоген,  $-\text{O}-$ ,  $\text{N}\equiv$ ,  $-\text{S}-$ . Однако к ним относятся и группы, содержащие углерод-углеродные связи, такие, например, как  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{CN}$ ,  $-\text{C}=\text{X}$ , где  $\text{X} = \text{O}, \text{S}, \text{Se}, \text{NH}$  или замещенный  $-\text{NH}$ .

5. Для составления названия соединений поступают следующим образом:

- выбирают тип номенклатуры (заместительный, присоединительный, радикально-функциональный) и определяют, не является ли соединение ансамблем идентичных структурных компонентов;

- определяют вид характеристической группы, которую следует принять за главную (см. в табл. 4 старшинство групп). Эту группу обозначают суффиксом или составляющей. Все другие заместители обозначают префиксами. Нужно иметь в виду, что некоторые характеристические группы могут быть обозначены как префиксами, так и суффиксами (см. табл. 4), а некоторые – только лишь префиксами (см. табл. 3);

- определяют основную структуру молекулы (главную цепь, основную циклическую систему). Главной цепью считают ту, которая включает старшую характеристическую группу и наибольшее число групп, следующих по старшинству;

- называют основную структуру и главную группу;

- определяют и используют префиксы и суффиксы;

- нумеруют атомы, пользуясь при этом указаниями о порядке нумерации главной цепи, приведенными в разделе 1;

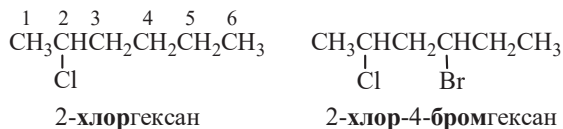
- составляют название из корня и аффиксов, причем префиксы помещают в алфавитном порядке или, что чаще, в порядке возрастания сложности соответствующих заместителей.

## 2.1. ГАЛОГЕНОПРОИЗВОДНЫЕ

Галогенопроизводные могут быть названы по трем систематическим номенклатурам ИЮПАК: заместительной, радикально-функциональной и присоединительной. Заместительные названия

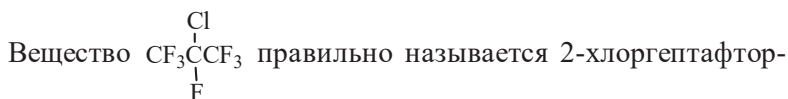
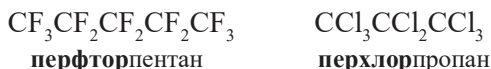
рекомендуются как основные, поскольку применение номенклатур двух других типов, особенно присоединительной, ограничено.

Названия галогенопроизводных по заместительной номенклатуре образуют, добавляя префиксы **фтор-**, **хлор-**, **бром-** или **йод-** к названию основы соединения (галогены перечисляются в порядке возрастания сложности):



Радикально-функциональные названия образуют, помещая после корня (названия органического радикала) суффиксы **-фторид**, **-хлорид**, **-бромид** или **-йодид**:  $\text{CH}_3\text{Cl}$  – метил**хлорид** (хлористый метил);  $(\text{CH}_3)_3\text{CCl}$  – *трет*-бутил**хлорид** (хлористый *трет*-бутил);  $\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{Br}$  – этиленди**бромид** (бромистый этилен). В скобках дана русская терминология, в которой название галогена (существительное) преобразовано в прилагательное. Это принятые в русской терминологии синонимы. Присоединительные названия галогенопроизводных более характерны для циклических соединений, содержащих двойные связи. В разделе 2 они не приводятся.

Галогеносодержащие соединения или радикалы, в которых все атомы водорода замещены атомами одного и того же галогена, за исключением атомов водорода, замещение которых отразилось бы на природе характеристической группы ( $-\text{OH}$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{COOH}$  и др.), обозначают, присоединяя префиксы **перфтор-**, **перхлор-**, **пербром-** или **перйод-** к названию соответствующего негалогенированного соединения или радикала.



пропан, но не 2-хлорперфторпропан, поскольку префикс **перфтор-** указывает на замещение всех атомов водорода пропана, а в данном соединении вместо одного атома водорода – хлор.

В ряду галогенопроизводных сохраняются следующие тривиальные названия: фтороформ ( $\text{CHF}_3$ ); хлороформ ( $\text{CHCl}_3$ ); бромформ ( $\text{CHBr}_3$ ); йодоформ ( $\text{CHI}_3$ ).

Соединения, содержащие четыре атома галогена у одного атома углерода, называются углеродтетрагалогенидами. Например:  $\text{CCl}_4$  – углеродтетрахлорид (четырёххлористый углерод);  $\text{CBr}_4$  – углеродтетрабромид (четырёхбромистый углерод),  $\text{CI}_4$  – углеродтетрайодид.

## 2.2. СПИРТЫ

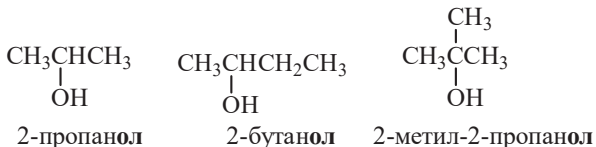
Существуют три системы названий спиртов: система ИЮПАК, карбинольная система и спиртовая (радикально-функциональная) система.

Согласно системе ИЮПАК низшие спирты обозначают, добавляя суффикс **-ол** к названию соответствующего алкана:  $\text{CH}_3\text{OH}$  – метанол;  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  – этанол.

В более сложных случаях поступают следующим образом:

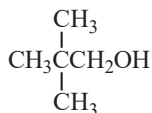
1) выбирают наиболее длинную углеродную цепь, содержащую  $\text{OH}$ -группу;

2) атомы углерода основной цепи нумеруются таким образом, чтобы на атом, связанный с  $\text{OH}$ -группой, приходился наименьший локант. Этим локантом обозначается положение гидроксильной группы. Положение других заместителей в молекуле обозначается локантом углеродного атома, с которым они связаны.

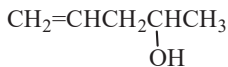


Указанные соединения нельзя называть изопропанол, *втор*-бутанол, *трет*-бутанол, так как не существует углеводородов *изо*-пропан, *втор*-бутан, *трет*-бутан, к названиям которых можно было бы добавить суффикс **-ол**.

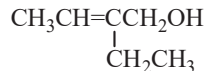
Другие примеры:



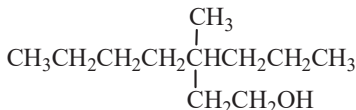
2,2-диметил-1-пропанол



4-пентен-2-ол

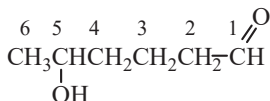


2-этил-2-бутен-1-ол



3-метил-3-пропил-1-гептанол

Гидроксильную группу –ОН обозначают префиксом **гидрокси-** (в русской терминологии – **окси-**), когда в соединении кроме нее имеется другая группа, которая по старшинству должна быть принята за главную, или когда гидроксильная группа находится в боковой цепи:

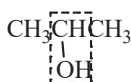


5-гидроксигексаналь (5-оксигексаналь)

Согласно карбинольной системе метанол называют **карбинолом**, а остальные спирты рассматриваются как производные карбинола:



этилкарбинол

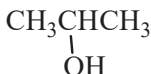


диметилкарбинол

По спиртовой, или радикально-функциональной системе названия спиртов составляют из прилагательного от названия радикала, произведенного от названия соединения, и слова «спирт».



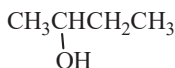
метилвый спирт



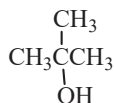
изопропиловый спирт



бутиловый спирт



втор-бутиловый спирт



трет-бутиловый спирт

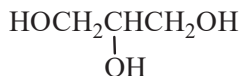
Спирты, содержащие две гидроксильные группы и более, по системе ИЮПАК называются диолами, триолами и т. д.



этандиол



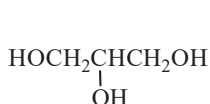
1,3-пропандиол



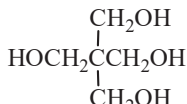
1,2,3-пропантриол

В номенклатуре ИЮПАК сохранились следующие тривиальные (несистемные) названия: аллиловый спирт,  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OH}$ ; трет-бутиловый спирт,  $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$ ; этиленгликоль,  $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ; пропиленгликоль,  $\text{HOCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ .

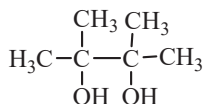
**В н и м а н и е!** Гликолевую номенклатуру не следует применять для других двухатомных спиртов:



глицерол



пентаэритрол

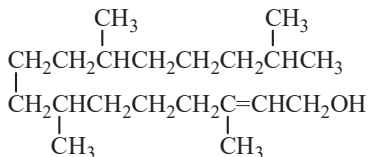


пинакол

(в русской терминологии – глицерин, пентаэритрит, пинакон соответственно).



гераниол



фитол

Одно- и двухвалентные радикалы RO– обозначают, добавляя суффикс **-окси** к названию радикала: пентилокси,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ ; гексилокси,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ ; аллилокси,  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{O}-$ ; изопентилокси,  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ .

Как исключение из этого правила рекомендуются сокращенные названия для следующих кислородосодержащих радикалов:  $\text{CH}_3\text{O}-$ , метокси;  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}-$ , этокси;  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ , пропокси;  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ , бутокси;  $(\text{CH}_3)_2\text{CHO}-$ , изопропокси;  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{O}-$ , изобутокси;  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{O}-$ , *втор*-бутокси;  $(\text{CH}_3)_3\text{CO}-$ , *трет*-бутокси (последние четыре примера – только для незамещенных радикалов).

Двухвалентные радикалы  $-\text{OXO}-$  (за исключением случаев, когда они являются частью циклической системы) обозначают, добавляя суффикс **-диокси** к названию двухвалентного радикала X:  $-\text{O}-\text{CH}_2-\text{O}-$ , метилендиокси;  $-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-$ , этилендиокси;  $-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-$ , триметилендиокси.

## 2.3. ПРОИЗВОДНЫЕ СПИРТОВ

### 2.3.1. Соли

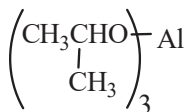
Соли спиртов (алкоголяты) обозначают, заменяя либо суффикс **-ол** в названии спирта на суффикс **-олят**, либо суффикс радикала RO– **-илокси** на суффикс **-илоксид**, указывая при этом сначала катион (обычно – металл).

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa}$  натрия этанолят;

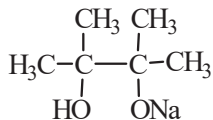
$(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_2\text{Mg}$  магния ди-(1-пропанолят);

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{ONa}$  натрия пентилоксид;

$(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_2\text{Ca}$  кальция ди(бутилоксид).



алюминия три-(2-пропанолят)

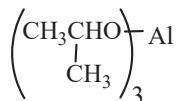


мононатрия пинаколят

Если радикал RO– имеет сокращенное название, то суффикс **-окси** заменяется на суффикс **-оксид**: CH<sub>3</sub>ONa, натрия метоксид; [(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CHO]<sub>4</sub>Ti, титана тетраизопропоксид; (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>COK, калия *трет-бутоксид*.

Радикально-функциональные названия солей спиртов образуют путем изменения составляющей **-иловый спирт** на суффикс **-илат**.

(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>CONa, натрия *трет-бутилат*;



алюминия триизопропилат

### 2.3.2. Простые эфиры

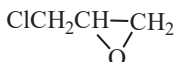
Соединения R<sup>1</sup>–O–R<sup>2</sup> относятся к классу простых эфиров и могут быть названы либо по заместительному, либо по радикально-функциональному методу номенклатуры ИЮПАК.

Заместительные названия несимметричных простых эфиров образуют, используя названия радикалов R<sup>1</sup>–O– как префиксы к названиям углеводородов, соответствующих второму радикалу R<sup>2</sup>. Старший компонент принимается за корень слова: (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CHOCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, **1-изопропокси**пропан; CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OCH=CH<sub>2</sub>, **этокси**этилен; CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>Cl, **1-хлор-2-этокси**этан.

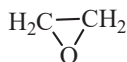
Радикально-функциональные названия простых эфиров образуют из прилагательных от названий радикалов R<sup>1</sup> и R<sup>2</sup>, предшествующих слову «эфир»: CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OCH<sub>3</sub>, метилэтиловый эфир; CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, диэтиловый эфир; ClCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>Cl, бис-(2-хлорэтиловый)эфир; CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OCH=CH<sub>2</sub>, винилэтиловый эфир.

Если в эфире присутствует старшая характеристическая группа, то кислородная связь двух одинаковых частей молекулы, каждая из которых является соединением-основой, может быть обозначена префиксом **окси-**: HOCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH, **2,2'-оксиди**этанол; HOOCCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>COOH, **3,3'-оксидипропио**новая кислота.

Эфиры, имеющие атом кислорода, непосредственно присоединенный к двум смежным углеродным атомам цепи, обозначаются путем добавления префикса **эпокси-** к названию соответствующего углеводорода.

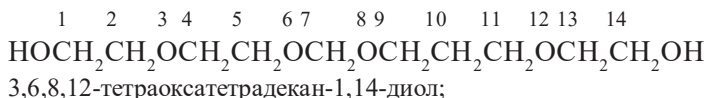


1-хлор-2,3-**эпокси**пропан

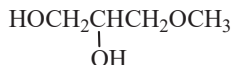


**эпокси**этан, но чаще окись  
этилена или этиленоксид

Линейные простые полиэфиры, образованные из трех и более молекул алифатических диоксисоединений, и неполные эфиры полиоксисоединений называют следующим образом:



2-этоксиэтанол, или моноэтиловый эфир этиленгликоля;



3-метокси-1,2-пропандиол, или 1-метиловый эфир глицерола  
(в русской терминологии – 1-метиловый эфир глицерина).

### 2.3.3. Перекиси (пероксиды)

Соединения типа R–O–O–H обозначают, помещая названия радикала R перед словом **гидропероксид** в качестве его префикса: CH<sub>3</sub>OOH, метил**гидропероксид**.

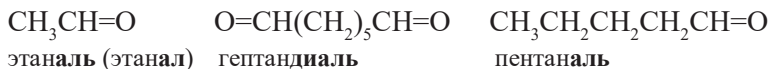
Соединения типа R<sup>1</sup>–O–O–R<sup>2</sup> обозначают, помещая названия радикалов R<sup>1</sup> и R<sup>2</sup> в алфавитном порядке или в порядке возрастания сложности перед словом **пероксид** в качестве его префиксов: C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>OOCH<sub>3</sub>, бутилметил**пероксид** (алфавитный порядок); метил-бутил**пероксид** (по сложности); перекись метилбутила (в русской терминологии).



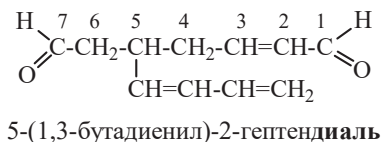
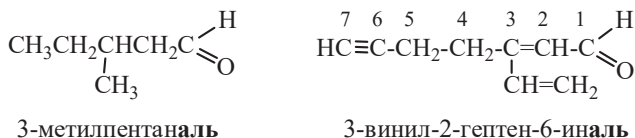
## 2.4. АЛЬДЕГИДЫ, КЕТОНЫ

### 2.4.1. Альдегиды

К классу альдегидов относятся соединения, содержащие группу  $\text{—CH=O}$ , присоединенную к углероду. Название неразветвленного ациклического альдегида образуют путем добавления суффиксов **-аль** или **-диаль** для диальдегидов к названию углеводорода, содержащего то же число атомов углерода.



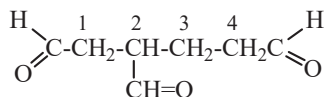
Наличие кратных связей или боковых цепей в молекуле альдегида обозначается так же, как в названиях алканов.



Название ациклического полиальдегида, в котором имеется более двух альдегидных групп, присоединенных к неразветвленной цепи, образуют путем добавления суффиксов **-трикарбальдегид**, **-тетракарбальдегид** и т. д. к названию самой длинной цепи, включающей максимальное число альдегидных групп. В этом случае в название и нумерацию главной цепи не включают альдегидные группы. При нумерации учитывается общий принцип расстановки локантов по ненасыщенности и замещению.

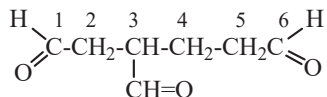
Имеется и второй вариант образования названий полиальдегидов. В этом случае альдегидную группу обозначают префиксом **формил-**, который добавляют к названию главной цепи, имеющему суффикс **-диаль**.

Вариант 1:



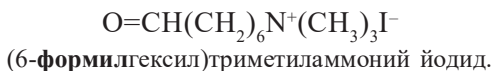
1,2,4-бутантрикарбальдегид

Вариант 2:



3-формилгександаль

Префиксом **формил-** альдегидная группа обозначается и в том случае, если в молекуле присутствует более старшая (главная) группа:



Для обозначения альдегидов и диальдегидов широко применяются и несистематические (тривиальные) названия (табл. 5). Их образуют из соответствующих тривиальных названий одно- и двух-основных кислот.

Т а б л и ц а 5

Систематические и тривиальные названия альдегидов

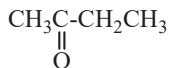
Структурная формула соединения	Название	
	по номенклатуре ИЮПАК	тривиальное
$\text{H}_2\text{C}=\text{O}$	Формальдегид	Муравьиный альдегид
$\text{CH}_3\text{CH}=\text{O}$	Ацетальдегид	Уксусный альдегид
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{O}$	Пропиональдегид	Пропионовый альдегид
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{O}$	Бутиральдегид	Масляный альдегид
$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}=\text{O}$	Изобутиральдегид	Изомасляный альдегид
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}=\text{O}$	Валеральдегид	Валериановый альдегид

Структурная формула соединения	Название	
	по номенклатуре ИЮПАК	тривиальное
$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{O}$	Изовалеральдегид	Изовалериановый альдегид
$\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{O}$	Акрилальдегид	Акриловый альдегид
$\text{O}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{O}$	Малональдегид	Малоновый альдегид
$\text{O}=\text{CH}(\text{CH}_2)_2\text{CH}=\text{O}$	Сукциналдегид	Янтарный альдегид
$\text{O}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{CH}=\text{O}$	Глутаральдегид	Глутаровый альдегид
$\text{O}=\text{CH}(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{O}$	Адипальдегид	Адипиновый альдегид

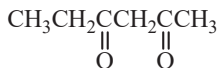
Как исключение этандиальдегид  $\text{O}=\text{CH}-\text{CH}=\text{O}$  обычно называют глиоксалем.

## 2.4.2. Кетоны

**К е т о н ы** – это соединения, содержащие группу  $>\text{C}=\text{O}$  (карбонильную), присоединенную к двум атомам углерода. Названия кетонов образуют путем добавления суффиксов **-он** или **-дион** и т. д. к названию углеводорода, соответствующего главной цепи:



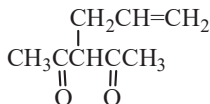
2-бутанон



2,4-гександион



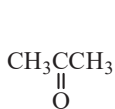
4-пентен-2-он



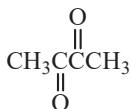
3-аллил-2,4-пентандион

По радикально-функциональной номенклатуре названия кетонов образуют, перечисляя названия радикалов  $\text{R}^1$  и  $\text{R}^2$  перед словом «кетон».

Из тривиальных названий кетонов сохраняются только два названия: ацетон и диацетил.



ацетон



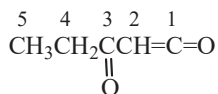
диацетил

## 2.5. КЕТЕНЫ

**К е т е н** — это соединение  $\text{CH}_2=\text{C}=\text{O}$ . Названия производных кетена образуют по заместительной номенклатуре.



дибутилкетен

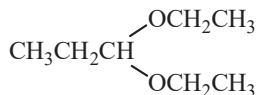


пропионилкетен, или 1-пентен-1,3-дион

## 2.6. ПРОИЗВОДНЫЕ АЛЬДЕГИДОВ И КЕТОНОВ

### 2.6.1. Ацетали

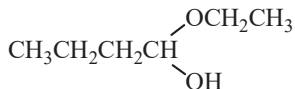
**К а ц е т а л я м** относят соединения, содержащие группу  $>\text{C}(\text{OR}_1)(\text{OR}_2)$ ; термин «кетали» в номенклатуре ИЮПАК не применяется. Названия ацеталей образуют, рассматривая их как диалкоксисоединения, либо указывают альдегид или кетон, затем радикал или радикалы, к ним добавляют суффикс **-ацеталь**.



1,1-диэтоксипропан, или пропанальдегиддиэтилацеталь

Тривиальное название — диэтилацеталь пропионового альдегида

Соединения, имеющие общую формулу  $R^1CH(OH)(OR^2)$  или  $R^1(R^2)C(OH)(OR^3)$ , называют как алкоксипроизводные оксисоединений (полуацетали).

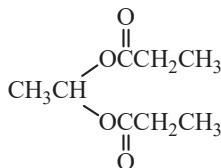


1-этоксиг-1-бутанол

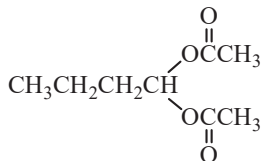
## 2.6.2. Ацилалли

К ацилалам относят соединения типа  $R^1CH(OCOR^2)_2$  и  $R^1(R^2)CH(OCOR^3)$ .

Частные соединения этого типа называют так же, как и сложные эфиры.



этилидендипропионат

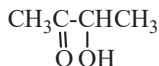


бутилидендиацетат

## 2.6.3. Ацилоины

$\alpha$ -Гидроксикетоны (тривиальное название —  $\alpha$ -оксикетоны)  $R^1CH(OH)COR^2$  называют ацилоинами.

Для того чтобы обозначить соединение такого типа, составляющую -овая кислота в тривиальном названии соответствующей карбоновой кислоты  $RCOOH$  заменяют на суффикс **-оин**.



ацетоин

## 2.7. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

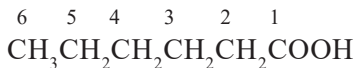
К карбоновым кислотам относятся соединения, содержащие в молекуле одну карбоксильную группу  $-\text{COOH}$  или несколько таких групп. В соответствии с их числом различают одно-, двух-, трехосновные и т. д. карбоновые кислоты.

### 2.7.1. Предельные одноосновные кислоты

Названия одноосновных карбоновых кислот строятся по трем видам номенклатур. Тривиальные названия не дают информации о строении соединения и обычно отражают историю, происхождение веществ, выделение их из природных продуктов, путь синтеза и т. д. (табл. 6). Рациональная номенклатура рассматривает карбоновые кислоты как замещенные уксусной кислотой (см. табл. 6).

Согласно номенклатуре ИЮПАК используются два варианта образования названий.

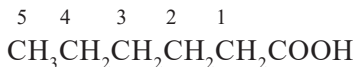
Первый вариант: углеродный атом карбоксильной группы считается элементом углеродного скелета, и название кислоты образуют из названия соответствующего углеводорода путем добавления к нему составляющей **-овая кислота**. Таким образом, замена в названии углеводорода суффикса **-ан** на составляющую **-овая кислота** означает переход от  $-\text{CH}_3$  к  $-\text{COOH}$ :



гексановая кислота

Этот вариант наиболее предпочтителен для простых алифатических кислот.

Второй вариант: карбоксильная группа рассматривается в качестве заместителя в углеводородной цепи, и к названию соответствующего углеводорода добавляется составляющая **-карбоновая кислота**:



пентанкарбоновая кислота.

## Названия карбоновых кислот

Структурная формула кислоты	Название	
	тривиальное (рациональное)	по номенклатуре ИЮПАК
$\text{HCOOH}$	Муравьиная (лат. <i>formica</i> – муравьи) кислота	Метановая (водород-карбоновая) кислота
$\text{CH}_3\text{COOH}$	Уксусная (лат. <i>acetum</i> – уксус) кислота	Этановая (метанкарбоновая) кислота
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	Пропионовая* (греч. <i>proto</i> – первый, <i>pion</i> – жир) (метил-уксусная) кислота	Пропановая (этанкарбоновая) кислота
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	Масляная (этилуksусная) (от лат. <i>butirum</i> – масло) кислота	Бутановая (лат. <i>butirum</i> – масло) (пропанкарбоновая) кислота
$(\text{CH}_3)_2\text{CHCOOH}$	Изомасляная (диметил-уксусная) кислота	Метилпропановая** (2-пропан-карбоновая) кислота
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	Валериановая (пропил-уксусная) кислота (получена из корня валерианы)	Пентановая (1-бутанкарбоновая) кислота
$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{COOH}$	Изовалериановая (изо-пропил-уксусная) кислота	2-Метилбутановая (2-метил-1-пропанкарбоновая)** кислота
$(\text{CH}_3)_3\text{CCOOH}$	Пивалоновая, пивалевая (триметил-уксусная) кислота	2,2-Диметилпропановая** (2-метилпропан-2-карбоновая) кислота
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	Капроновая*** (лат. <i>caper</i> – коза) (бутил-уксусная) кислота	Гексановая (1-пентанкарбоновая) кислота
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{COOH}$	Энантовая (греч. <i>oenanthe</i> – цветок винограда) (пентил-уксусная) кислота	Гептановая (1-гексанкарбоновая) кислота

Структурная формула кислоты	Название	
	тривиальное (рациональное)	по номенклатуре ИЮПАК
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	Каприловая*** (лат. <i>caper</i> – коза) (гексилуксусная) кислота	Октановая (1-гептанкарбоновая) кислота
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Пеларгоновая (пеларгония) кислота	Нонановая (1-октанкарбоновая) кислота
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	Каприновая*** (лат. <i>caper</i> – коза) кислота	Декановая (1-нонанкарбоновая) кислота
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	Лауриновая (лат. <i>laurel</i> – лавр) кислота	Додекановая (1-ундеканкарбоновая)** кислота
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	Миристиновая (лат. <i>miristica srabrans</i> – мускатный орех) кислота	Тетрадекановая (1-тридеканкарбоновая)** кислота
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	Пальмитиновая (пальмовое масло) кислота	Гексадекановая (1-пентадеканкарбоновая)** кислота
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{COOH}$	Маргаритиновая (греч. <i>marginon</i> – жемчуг) кислота	Гептадекановая (1-гексадеканкарбоновая) кислота
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	Стеариновая (греч. <i>stear</i> – сало) кислота	Октадекановая (1-гептадеканкарбоновая)** кислота
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	Церотиновая (лат. <i>cera</i> – воск) кислота	Гексакозановая (пентакозанкарбоновая) кислота

\* Наиболее предпочтительное название.

\*\* Для производных, образуемых путем замещения при атоме углерода, рекомендуется применять систематические названия.

\*\*\* Название исключено из номенклатуры ИЮПАК.



### 2.7.1.1. Ацильные радикалы

При отнятии гидроксила от карбоксильной группы получают радикалы  $RC(O)-$ , называемые ацилами.

Для простейших случаев обозначения ацилов применяют традиционные тривиальные названия (табл. 7). По номенклатуре ИЮПАК название ацила получают, добавляя суффикс **-оил** к названию соответствующего углеводорода:  $CH_3CO-$ , **этанойл**. Если название кислоты образовано с помощью составляющей **-карбоновая**, то для обозначения ацильного радикала эту составляющую заменяют на суффикс **-карбонил**:  $CH_3CO-$ , **метанкарбонил**.

Т а б л и ц а 7

Названия ацильных радикалов карбоновых кислот

Структурная формула радикала	Название	
	тривиальное (рациональное)	по номенклатуре ИЮПАК
$HCO-$	Формил	Метанойл
$CH_3CO-$	Ацетил	Этанойл (метанкарбонил)
$CH_3CH_2CO-$	Пропионил	Пропанойл (этанкарбонил)
$CH_3(CH_2)_2CO-$	Бутирил	Бутанойл (пропанкарбонил)
$(CH_3)_2CHCO-$	Изобутирил	2-Метилпропанойл
$CH_3(CH_2)_3CO-$	Валерил	Пентанойл (бутанкарбонил)
$(CH_3)_2CHCH_2CO-$	Изовалерил	2-Метилбутанойл
$(CH_3)_3CCO-$	Пивалил	Пивалоил
$CH_3(CH_2)_4CO-$	Капроил	Гексанойл
$CH_3(CH_2)_5CO-$	Энантил	Гептанойл
$CH_3(CH_2)_6CO-$	Каприлил	Октанойл
$CH_3(CH_2)_7CO-$	–	Нонанойл
$CH_3(CH_2)_8CO-$	Каприл	Деканойл

Структурная формула радикала	Название	
	тривиальное (рациональное)	по номенклатуре ИЮПАК
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CO}-$	Лаурил*	Доденаноил
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{CO}-$	Миристоил*	Тетрадеканоил
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CO}-$	Пальмитоил*	Гексадеканоил
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{CO}-$	—	Гептадеканоил
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CO}-$	Стеароил*	Октадеканоил

\* Для производных, образуемых путем замещения при атоме углерода, рекомендуется применять систематические названия.

### 2.7.1.2. Анионы и соли карбоновых кислот

Если от карбоксильной группы отнять протон, получают анионы карбоновых кислот, а при нейтрализации заряда катионами — их соли.

Согласно первому способу название аниона карбоновой кислоты получают, заменяя составляющую **-овая кислота** в названии соответствующей карбоновой кислоты суффиксом **-оат**.

Второй способ — замена составляющей **-карбоновая кислота** в названии соответствующей кислоты суффиксом **-карбоксилат**.

Заряженный заместитель  $-\text{COO}^-$  можно назвать карбоксилатной группой.

В тривиальных названиях карбоновых кислот, принятых ИЮПАК, составляющая **-овая кислота** заменяется суффиксами **-оат** или **-ат**:  $\text{HCOO}^-$ , метаноат-ион, формиат-ион;  $\text{HCOOK}$ , метаноат калия, формиат калия;  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , этаноат-ион, метанкарбоксилат-ион, ацетат-ион;  $\text{CH}_3\text{COOK}$ , этаноат калия, метанкарбоксилат калия, ацетат калия.

По этим правилам называют и соли высших карбоновых кислот (м ы л а).

### 2.7.1.3. Производные карбоновых кислот

Это соединения, в которых кислотная гидроксильная группа или карбонильный кислород замещены какой-либо другой функциональной группой.

#### 2.7.1.3.1. Сложные эфиры

К сложным эфирам относят соединения с функциональной группой  $-\text{C}(\text{O})-\text{O}-$ .

По тривиальной номенклатуре указываются кислота и спирт, из которых получен сложный эфир:  $\text{HCOOCH}_3$ , метиловый эфир муравьиной кислоты (табл. 8).

Более краткие названия получают, если исходить из номенклатуры солей соответствующих кислот, причем название спиртового алкила ставят перед названием аниона кислоты:  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ , **этилацетат**.

Для простых случаев чаще употребляют тривиальные названия.

По номенклатуре ИЮПАК построение названия производят аналогичным образом:  $\text{HCOOCH}_3$ , метилметаноат (первый способ), метилводородкарбоксилат (второй способ) (см. табл. 8).

Т а б л и ц а 8

Названия сложных эфиров карбоновых кислот

Структурная формула соединения	Название	
	тривиальное (рациональное)	по номенклатуре ИЮПАК
$\text{HCOOC}_2\text{H}_5$	Этилформиат, этиловый эфир муравьиной кислоты	Этилметаноат, этилводородкарбоксилат
$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	Этилацетат, этиловый эфир уксусной кислоты	Этилэтаноат, этилметанкарбоксилат
$\text{CH}_3\text{COOCH}(\text{CH}_3)_2$	Изопропилацетат, изопропиловый эфир уксусной кислоты	Метилэтилэтаноат, изопропилэтаноат, изопропилметанкарбоксилат

Структурная формула соединения	Название	
	тривиальное (рациональное)	по номенклатуре ИЮПАК
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$	Этилпропионат, этиловый эфир пропионовой кислоты	Этилпропаноат, этилэтанкарбоксилат
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOC}_2\text{H}_5$	Этилбутират, этиловый эфир масляной кислоты	Этилбутаноат, этилпропанкарбоксилат
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	Этилвалерат, этиловый эфир валериановой кислоты	Этилпентаноат, этилбутанкарбоксилат

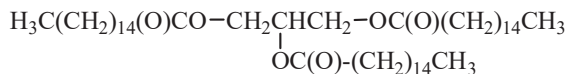
Эти же номенклатурные правила используются для построения названий в о с к о в – сложных эфиров высших одноосновных кислот и высших одноатомных спиртов.

Особо следует остановиться на номенклатуре ж и р о в, которые являются сложными эфирами глицерина и высших жирных кислот (глицеридов).

В зависимости от количества этерифицированных спиртовых групп глицерина различают моно-, ди- и триглицериды. Для обозначения изомерных глицеридов гидроксилы глицерина указывают строчными греческими буквами:  $\text{CH}_2(\text{OH})\alpha\text{-CH}(\text{OH})\beta\text{-CH}_2(\text{OH})\alpha'$ .

Если R1 – остаток стеариновой кислоты, R2 – пальмитиновой, R3 – лауриновой (табл. 9), то названия глицеридов образуют, перечисляя кислотные остатки с указанием их положения, причем в названии последнего остатка конечная буква **-о** опускается.

Названия глицеридов образуют таким же путем, как и названия других сложных эфиров.

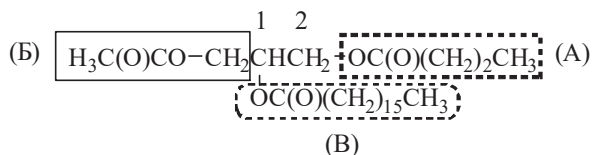


пропантриил-1,2,3-тригексадеканоат

## Названия глицеридов

Тип глицеридов	Структурная формула	Название
Моноглицериды	$\begin{array}{c} \text{HOCH}_2\text{CHCH}_2\text{OCOR}^1 \\   \\ \text{OH} \end{array}$	$\alpha$ -Стеарин
	$\begin{array}{c} \text{HOCH}_2\text{CHCH}_2\text{OH} \\   \\ \text{OCOR}^2 \end{array}$	$\beta$ -Пальмитин
Диглицериды	$\begin{array}{c} \text{R}^1\text{COOCH}_2\text{CHCH}_2\text{OCOR}^2 \\   \\ \text{OH} \end{array}$	$\alpha$ -Стеарино- $\alpha'$ -пальмитин
	$\begin{array}{c} \text{HOCH}_2\text{CHCH}_2\text{OCOR}^2 \\   \\ \text{OCOR}^3 \end{array}$	$\alpha$ -Стеарино- $\beta$ -лаурин
Триглицериды	$\begin{array}{c} \text{R}^1\text{COOCH}_2\text{CHCH}_2\text{OCOR}^3 \\   \\ \text{OR}^2 \end{array}$	$\alpha$ -Стеарино- $\beta$ -пальмитино- $\alpha'$ -лаурин
	$\begin{array}{c} \text{R}^1\text{COOCH}_2\text{CHCH}_2\text{OCOR}^2 \\   \\ \text{OR}^1 \end{array}$	$\alpha, \beta$ -Стеарино- $\alpha'$ -пальмитин
	$\begin{array}{c} \text{R}^2\text{COOCH}_2\text{CHCH}_2\text{OCOR}^2 \\   \\ \text{OR}^3 \end{array}$	$\alpha, \alpha'$ -Пальмитино- $\beta$ -лаурин

Рассмотрим более сложное название:



2-(бутаноилокси)-1-[(этаноиокси)метил]-1-(гептадеканоилокси)этан

Здесь часть А – 2-бутаноилокси; часть Б – остаток 1-(этаноиокси) с атомом углерода глицерина, который обозначен элементом «метил» – 1-[(этаноиокси)метил]; часть В – (гептадеканоилокси)этан.

### 2.7.1.3.2. Ортокислоты

В этих соединениях карбонильный кислород замещен на два гидроксила –  $\text{RC}(\text{OH})_3$ .

Тривиальные названия образуют по исходной кислоте с добавлением префикса **орто-**:  $\text{HC}(\text{OH})_3$ , **ортомуравьиная кислота**.

Названия по ИЮПАК образуют так же, как и в случае многоатомных спиртов:  $\text{HC}(\text{OH})_3$ , **метантриол**, **тригидроксиметан**.

### 2.7.1.3.3. Ортоэфиры карбоновых кислот

Эти соединения образуются в результате замещения гидроксильных групп в ортокислотах на алкоксигруппы  $\text{RC}(\text{OR}')_3$ .

Тривиальные названия этих соединений образуют исходя из названия соответствующей ортокислоты:  $\text{CH}_3\text{C}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ , **этиловый эфир ортоуксусной кислоты**.

По номенклатуре ИЮПАК их называют согласно номенклатуре простых эфиров:  $\text{CH}_3\text{C}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$  **1,1,1-триэтоксиэтан**.

### 2.7.1.3.4. Ангидриды карбоновых кислот

Эти соединения рассматриваются как продукт отнятия воды от двух молекул карбоновых кислот или как результат замены карбоксильного гидроксила на ацилоксигруппу:  $\text{RC}(\text{O})\text{OC}(\text{O})\text{R}$ .

Названия несимметричных ангидридов образуют, добавляя суффикс **-ангидрид** либо слово **ангидрид** к названию соответствующей кислоты:  $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{OC}(\text{O})\text{CH}_3$ , **ацетангидрид**, **уксусный ангидрид**.

Названия смешанных ангидридов (ангидридов различных одноосновных кислот) производят от названия обеих кислот, перечисляемых в алфавитном порядке или в порядке возрастания их сложности:  $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{OC}(\text{O})\text{CH}_2\text{CH}_3$ , **пропионовоуксусный (уксуснопропионовый) ангидрид**. Эти названия приняты в номенклатуре ИЮПАК. Одновременно с этим ИЮПАК предлагает другое название:  $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{OC}(\text{O})\text{CH}_3$ , **ангидрид этановой (метанкарбоксильной) кислоты**.

### 2.7.1.3.5. Галогенангидриды карбоновых кислот

Эти соединения – результат замещения кислотного гидроксила на галоген (F, Cl, Br, I).

Тривиальные названия галогенангидридов кислот образуют путем добавления суффиксов **-фторид**, **-хлорид** и т. д. к названию соответствующего ацильного радикала:  $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{Cl}$ , **ацетилхлорид**, или хлористый ацетил. Эти названия приняты в номенклатуре ИЮПАК. Кроме того, номенклатура ИЮПАК предлагает и систематическое название, которое строится по тем же правилам:  $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{Cl}$ , **этанойлхлорид**, **метанкарбонилхлорид**.

#### 2.7.1.3.6. Амиды кислот

Амид кислоты образуется в результате замещения кислотного гидроксила на аминогруппу:  $\text{RC}(\text{O})\text{NH}_2$ .

Тривиальные названия амидам дают путем добавления суффикса **-амид** или слова **амид** к названию соответствующей кислоты:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}(\text{O})\text{NH}_2$ , **амид** масляной кислоты, **бутирамид**.

Систематические названия дают путем добавления суффикса **-амид** к названию углеводорода с тем же количеством углеродных атомов:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}(\text{O})\text{NH}_2$ , **бутанамид**.

Если один или оба атома водорода в аминогруппе замещены на радикалы, то либо пользуются суффиксами **-метиламид**, **-диэтиламид** и т. д., либо к названию соответствующего амида добавляют префиксы **N,N-метил-**, **N,N-диэтил-** и т. д.:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}(\text{O})\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$ , **бутандипропиламид**, **N,N-дипропилбутанамид**.

#### 2.7.1.3.7. Нитрилы

Эти соединения образуются при замене карбонильного кислорода и гидроксильной группы на трехвалентный азот:  $\text{R}-\text{C}\equiv\text{N}$ . Их можно считать также сложными эфирами синильной кислоты (цианидами).

Тривиальное название нитрилов получают при добавлении слова **нитрил** либо суффикса **-нитрил** к названию соответствующей кислоты:  $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{N}$ , **нитрил** уксусной кислоты, **ацетонитрил**.

Если нитрилы рассматриваются как сложные эфиры, то их названия образуют путем добавления к названию радикала суффикса **-цианид**:  $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{N}$ , **метилцианид**.

Более предпочтительными являются названия по номенклатуре ИЮПАК (систематические), которые образуют посредством добавления суффикса **-нитрил** к названию соответствующего углеводорода:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{N}$ , **бутаннитрил**.

Если нитрил рассматривается как продукт замещения в углеводороде атома водорода на CN-группу, то пользуются префиксами **циано-**, **дициано-** и т. д.:  $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{N}$ , **цианометан**;  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{N}$ , **цианопропан**.

#### 2.7.1.3.8. *Изоцианиды (изонитрилы)*

Названия этих соединений образуют из названия радикала и суффикса **-изоцианид** ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{N}^+\equiv\text{C}^-$  **этилизоцианид**), а также из названия соответствующего углеводорода и префикса **изоциано-**, который помещается перед названием углеводорода ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{N}^+\equiv\text{C}^-$ , **изоцианоэтан**).

#### 2.7.1.3.9. *Гидразиды кислот*

Эти производные – результат замещения гидроксильной группы в карбоксиле на гидразинную группу  $-\text{NHNH}_2$  ( $\text{RC(O)NHNH}_2$ ).

Название гидразида карбоновой кислоты по номенклатуре ИЮПАК образуют путем замены составляющей **-овая кислота** на суффикс **-гидразид**:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C(O)NHNH}_2$ , **пропионгидразид**.

Если в названии предельной одноосновной карбоновой кислоты имеется составляющая **-карбоновая кислота**, то она заменяется на суффикс **-карбогидразид**:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C(O)NHNH}_2$ , **этанкарбогидразид**.

#### 2.7.1.3.10. *Азиды*

Эти соединения являются производными карбоновых кислот, в которых гидроксильная группа заменена на азидогруппу  $-\text{N}=\text{N}^+=\text{N}^-$ .

Название образуют, помещая суффикс **-азид** после названия соответствующего ацильного радикала:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C(O)N}=\text{N}^+=\text{N}^-$ , **пропаноилазид**.

#### 2.7.1.3.11. *Пероксикислоты (надкислоты)*

Соединения, содержащие группу  $-\text{COOOH}$ , называются пероксикислотами.



При образовании названий пероксикислот по номенклатуре ИЮПАК префикс **перокси-** помещают перед названием кислоты, в которое входит составляющая **-овая кислота** или **-карбоновая кислота**:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOOH}$ , **пероксипропановая кислота**, **пероксиэтанкарбоновая кислота**.

## 2.7.2. Непредельные одноосновные кислоты

Аналогично тривиальным названиям предельных кислот тривиальные названия непредельных кислот не выражают их строения.

Согласно номенклатуре ИЮПАК названия непредельных карбоновых кислот образуют путем прибавления к названию соответствующего непредельного углеводорода составляющей **-овая кислота** (табл. 10).

Т а б л и ц а 10

Названия непредельных  
одноосновных карбоновых кислот

Структурная формула соединения	Название	
	тривиальное	по номенклатуре ИЮПАК
$\text{H}_2\text{C}=\text{CHCOOH}$	Акриловая кислота	Пропеновая кислота
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Метакриловая кислота	2-Метилпропеновая кислота
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{COOH} \end{array}$	Кротоновая кислота	<i>Транс</i> -2-бутеновая кислота
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{COOH} \end{array}$	Изокротоновая кислота	<i>Цис</i> -2-бутеновая кислота
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_3\text{C}(\text{CH}_2)_7 \quad (\text{CH}_2)_7\text{COOH} \end{array}$	Олеиновая кислота	<i>Цис</i> -9-октадеценовая кислота

Структурная формула соединения	Название	
	тривиальное	по номенклатуре ИЮПАК
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}(\text{CH}_2)_7 \\ \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \text{C}=\text{C} \\ \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \quad \quad (\text{CH}_2)_7\text{COOH} \end{array}$	Элаидиновая кислота	<i>Транс</i> -9-октадеценовая кислота
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \text{C}=\text{C} \\ \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_3\text{C}(\text{CH}_2)_4 \quad \quad \quad \text{CH}_2 \\ \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \text{HOOC}(\text{H}_2\text{C})_7 \quad \quad \quad \text{C}=\text{C} \\ \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$	Линолевая кислота	<i>Цис,цис</i> -9,12-октадекадиеновая кислота
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \text{C}=\text{C} \\ \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_3\text{CH}_2 \quad \quad \quad \text{CH}_2 \\ \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \text{HOOC}(\text{H}_2\text{C})_7 \quad \quad \quad \text{C}=\text{C} \\ \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$	Линоленовая кислота	<i>Цис,цис,цис</i> -9,12,15-октадекатриеновая кислота

Для простейших непредельных ацилов предпочтительны тривиальные названия.

Систематические названия данных соединений образуют путем добавления суффикса **-оил** к названию непредельного углеводорода с тем же количеством углеродных атомов (табл. 11).

Пользуясь названиями непредельных карбоновых кислот и ацильных радикалов, образуют названия различных производных (см. подраздел 2.4.1).

### 2.7.3. Предельные двухосновные кислоты

К двухосновным кислотам относятся кислоты, содержащие в молекуле две карбоксильные группы. В настоящее время широко применяются тривиальные названия таких кислот (табл. 12).

**Названия ацилов непредельных  
одноосновных карбоновых кислот**

Структурная формула соединения	Название	
	тривиальное	по номенклатуре ИЮПАК
$\text{H}_2\text{C}=\text{CHCO}-$	Акриоил	Пропеноил
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{CO}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Метакриоил	2-Метилпропеноил
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{CO}- \end{array}$	Кротоноил	<i>Транс</i> -2-бутеноил
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CO}- \end{array}$	Изокротоноил	<i>Цис</i> -2-бутеноил
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}(\text{CH}_2)_7-\text{CH} \\ \parallel \\ -\text{OC}(\text{CH}_2)_7-\text{CH} \end{array}$	Олеил	<i>Цис</i> -9-октадеценил

Согласно номенклатуре ИЮПАК карбоксильные группы, заменяющие группы  $\text{CH}_3$  на концах главной цепи ациклического углеводорода, обозначают составляющей **-диовая кислота**, которую добавляют к названию этого углеводорода:  $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_5\text{COOH}$ , гептандиовая кислота.

### 2.7.3.1. Ацильные радикалы двухосновных кислот

Двухосновные кислоты дают два ряда ацильных радикалов.

Первый ряд образуется при удалении гидроксила из обеих карбоксильных групп:  $-\text{OC}-\text{RCO}-$ .

В табл. 13 приводятся тривиальные названия этого ряда радикалов и названия по номенклатуре ИЮПАК.

Систематические названия получают, заменяя в названии соответствующей кислоты составляющую **-диовая кислота** на суффикс **-диоил**:  $-\text{OSSCH}_2\text{CO}-$ , пропандиоил.

Т а б л и ц а 12

**Названия предельных двухосновных карбоновых кислот**

Структурная формула соединения	Название	
	тривиальное	по номенклатуре ИЮПАК
$\text{HOOC-COOH}$	Щавелевая кислота	Этандиовая кислота
$\text{HOOC-CH}_2\text{-COOH}$	Малоновая кислота	Пропандиовая кислота
$\text{HOOC-(CH}_2)_2\text{-COOH}$	Янтарная кислота	Бутандиовая кислота
$\text{HOOC-(CH}_2)_3\text{-COOH}$	Глутаровая кислота	Пентандиовая кислота
$\text{HOOC-(CH}_2)_4\text{-COOH}$	Адипиновая кислота	Гександиовая кислота
$\text{HOOC-(CH}_2)_5\text{-COOH}$	Пимелиновая* кислота	Гептандиовая кислота
$\text{HOOC-(CH}_2)_6\text{-COOH}$	Пробковая* кислота	Октандиовая кислота
$\text{HOOC-(CH}_2)_7\text{-COOH}$	Азелаиновая* кислота	Нонандиовая кислота
$\text{HOOC-(CH}_2)_8\text{-COOH}$	Себациновая* кислота	Декандиовая кислота

\*Для наименования производных, образованных замещением у атома углерода, рекомендуется брать за основу систематические названия.

Т а б л и ц а 13

**Названия ацильных радикалов двухосновных карбоновых кислот**

Структурная формула радикала	Название	
	тривиальное	по номенклатуре ИЮПАК
$\text{-OC-CO-}$	Оксалил	Этандиоил
$\text{-OC-CH}_2\text{-CO-}$	Малонил	Пропандиоил
$\text{-OC-(CH}_2)_2\text{-CO-}$	Сукцинил	Бутандиоил
$\text{-OC-(CH}_2)_3\text{-CO-}$	Глутарил	Пентандиоил
$\text{-OC-(CH}_2)_4\text{-CO-}$	Адипоил	Гександиоил

Структурная формула радикала	Название	
	тривиальное	по номенклатуре ИЮПАК
$-\text{OC}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO}-$	Пимелоил*	Гептандиоил
$-\text{OC}-(\text{CH}_2)_6-\text{CO}-$	Субероил*	Октандиоил
$-\text{OC}-(\text{CH}_2)_7-\text{CO}-$	Азелаил*	Нонандиоил
$-\text{OC}-(\text{CH}_2)_8-\text{CO}-$	Себацоил*	Декандиоил
$\text{HOOC}-\text{CO}-$	Оксало	Оксало
$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CO}-$	—	2-Карбоксизтаноил
$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_2-\text{CO}-$	—	3-Карбоксипропаноил
$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_3-\text{CO}-$	—	4-Карбоксибутаноил
$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{CO}-$	—	5-Карбоксипентаноил
$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO}-$	—	6-Карбоксигексаноил
$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_6-\text{CO}-$	—	7-Карбоксигептаноил
$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_7-\text{CO}-$	—	8-Карбоксиоктаноил
$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_8-\text{CO}-$	—	9-Карбоксинонаноил
$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_9-\text{CO}-$	—	10-Карбоксидеканоил
$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_{10}-\text{CO}-$	—	11-Карбоксиундеканоил

\* Для наименования производных, образованных замещением у атома углерода, рекомендуется брать за основу систематические названия.

Второй ряд ацильных радикалов образуется при удалении только одного гидроксила. В этом случае карбоксильную группу обозначают префиксом **карбокси-**, а карбонильную группу – суффиксом **-оил**:  $\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CO}-$ , **4-карбоксибутаноил**. Номер 1 всегда присваивается атому углерода со свободной валентностью.

### 2.7.3.2. Анионы и соли двухосновных кислот

Аналогично ацильным радикалам двухосновные кислоты дают при отнятии одного или двух протонов два ряда анионов и солей:  $^-OOCCH_2COO^-$  и  $HOOCCH_2COO^-$ .

Названия дианионов и нейтральных солей по номенклатуре ИЮПАК образуют путем замены в названии соответствующей кислоты составляющей **-диовая кислота** суффиксом **-диоат**:

$^-OOCCH_2COO^-$ , пропанди**оат**-ион;

$KOOCCH_2COOK$ , пропанди**оат** калия.

По тривиальной номенклатуре суффикс в названии соответствующей кислоты заменяется на суффикс **-ат**:

$^-OOCCH_2COO^-$ , малон**ат**-дианион;

$NaOOCCH_2COONa$ , малон**ат** натрия.

В названии моноанионов наличие иона водорода обозначают префиксом **гидро-**, который помещают перед названием аниона:

$HOOC(CH_2)_5COO^-$ , гидрогептанди**оат**.

В названии кислой соли перед названием моноаниона помещают название катиона:

$HOOC(CH_2)_5COOK$  калий гидрогептанди**оат**.

### 2.7.3.3. Сложные эфиры

Нейтральные эфиры двухосновных кислот называют, указывая спирт и кислоту, из которых получен эфир:

$C_2H_5OOCCH_2COOC_2H_5$ , диэтиловый эфир малоновой кислоты.

Для более краткого названия количество и название спиртовых алкилов указывают перед названием соответствующего дианиона:

$C_2H_5OOCCH_2COOC_2H_5$ , диэтил**малонат**.

Если эфир образован с участием различных спиртов, то спиртовые алкилы перечисляются в порядке увеличения их старшинства или в алфавитном порядке:

$C_2H_5OOCCH_2COOCH_3$ , метилэтил**малонат**.

Кислые эфиры и их соли называют аналогично:

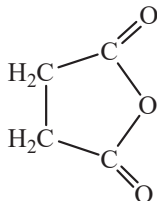
$C_2H_5OOCCH_2CH_2COOH$ , этилгидросукцинат;

$C_2H_5OOCCH_2CH_2COONa$ , натрийэтилсукцинат.

### 2.7.3.4. Другие производные двухосновных кислот

#### 2.7.3.4.1. Ангидриды двухосновных кислот

Названия циклических ангидридов, хотя они и обладают гетероциклической структурой, производят от названия соответствующей кислоты:



янтарный ангидрид

#### 2.7.3.4.2. Галогенангидриды двухосновных кислот

Эти соединения называют, указывая название и число атомов соответствующего галогена (галида) после названия ацильного радикала:

$\text{ClOC}(\text{CH}_2)_5\text{COCl}$ , гептандиоилдихлорид.

Если в соединении присутствует другая группа, имеющая приоритет перед ацилгалогенидной, то используются префиксы **фторформил-**, **хлорформил-** и т. д.:

$\text{CH}_3\text{OC}(\text{CH}_2)_5\text{COCl}$ , метил-6-хлорформилгексаноат.

#### 2.7.3.4.3. Амиды двухосновных кислот

Их называют, помещая слово **амид** перед названием соответствующей кислоты:

$\text{NH}_2\text{OCCONH}_2$ , **амид** щавелевой кислоты.

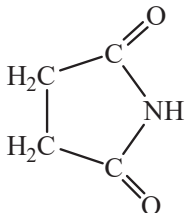
Тривиальные названия амидов двухосновных кислот получают, помещая суффикс **-амид** после тривиального названия соответствующей кислоты:

$\text{NH}_2\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CONH}_2$ , сукцина**мид**;

$\text{NH}_2\text{OCCONH}_2$ , окса**мид**.

#### 2.7.3.4.4. Имиды двухосновных кислот

Названия этих соединений получают, помещая слово **имид** перед названием соответствующей кислоты:



**имид** янтарной кислоты

По номенклатуре ИЮПАК названия имидов образуют, заменяя составляющую **-карбоновая кислота** на суффикс **-карбоксимид** или суффикс **-амид** в тривиальном названии амида двухосновной кислоты – на суффикс **-имид**: сукцини**имид**.

Названия радикалам, образуемым из циклических имидов отнятием атома водорода, соединенного с имидным азотом, дают исходя из названия соответствующих имидов и изменяя суффикс **-имид** на суффикс **-имидо**: сукцини**имидо**.

#### 2.7.3.4.5. Нитрилы двухосновных кислот

Для их обозначения суффикс **-динитрил** присоединяют к названию соответствующего углеводорода:



Здесь составляющая «нитрил» относится к тройной связи атома азота  $\equiv\text{N}$ , а не к связанному с ним атому углерода. Нумерацию начинают с этого атома углерода.

Если нитрил двухосновной кислоты содержит группу, имеющую приоритет перед группой  $-\text{C}\equiv\text{N}$ , то эта группа обозначается префиксом **циано-**:





## 2.7.4. Непредельные двухосновные карбоновые кислоты

Систематические названия непредельных двухосновных карбоновых кислот образуют, добавляя к названию соответствующего непредельного углеводорода составляющую **-диовая кислота**. Вместе с тем обычно предпочитают тривиальные названия.

Систематические названия ацильных радикалов образуют, заменяя составляющую **-диовая кислота** на суффикс **-диоил**.

Тривиальные названия получают путем добавления к корневой составляющей в тривиальном названии кислоты суффикса **-оил** (табл. 14).

Т а б л и ц а 14

**Названия непредельных двухосновных карбоновых кислот и их ацильных радикалов**

Структурная формула	Название	
	тривиальное	по номенклатуре ИЮПАК
Кислоты		
$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH} \\ \parallel \\ \text{HOOC}-\text{CH} \end{array}$	Малеиновая кислота	<i>Цис</i> -бутендиовая кислота
$\begin{array}{c} \text{HC}-\text{COOH} \\ \parallel \\ \text{HOOC}-\text{CH} \end{array}$	Фумаровая кислота	<i>Транс</i> -бутендиовая кислота
$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{HOOC}-\text{CH} \end{array}$	Мезаконовая* кислота	<i>Цис</i> -метилбутендиовая кислота
$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{HC}-\text{COOH} \end{array}$	Цитраконовая* кислота	<i>Транс</i> -метилбутендиовая кислота
Радикалы		
$\begin{array}{c} -\text{OC}-\text{CH} \\ \parallel \\ -\text{OC}-\text{CH} \end{array}$	Малеоил	<i>Цис</i> -бутендиоил

Структурная формула	Название	
	тривиальное	по номенклатуре ИЮПАК
$\begin{array}{c} \text{HC}-\text{CO}- \\    \\ -\text{OC}-\text{CH} \end{array}$	Фумароил	<i>Транс</i> -бутендиоил
$\begin{array}{c} -\text{OC}-\text{C}-\text{CH}_3 \\    \\ -\text{OC}-\text{CH} \end{array}$	Мезаконоил*	<i>Цис</i> -метилбутендиоил
$\begin{array}{c} -\text{OC}-\text{C}-\text{CH}_3 \\    \\ \text{HC}-\text{CO}- \end{array}$	Цитраконоил*	<i>Транс</i> -метилбутендиоил

\*Для наименования производных, образованных замещением у атома углерода, рекомендуется брать за основу систематические названия.

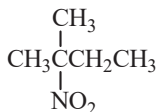
## 2.8. НИТРОСОЕДИНЕНИЯ

К н и т р о с о е д и н е н и я м относятся соединения, содержащие в молекуле одну нитрогруппу  $-\text{NO}_2$  или несколько.

Называют нитросоединения посредством добавления префикса **нитро-** к названию соответствующего углеводорода с указанием положения и количества нитрогрупп.

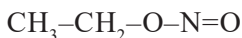


нитрометан



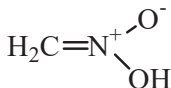
2-метил-2-нитробутан

Нитросоединения изомерны нитритам, которые содержат группу  $-\text{O}-\text{N}=\text{O}$ , поэтому при записи формул следует внимательно отображать их химическое строение.

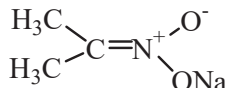


этилнитрит

Соединения, содержащие группу  $=N^+(-O^-)OH$ , называют, присоединяя префикс **ацинитро-** к названию соответствующего углеводорода.



**ацинитрометан**



натриевая соль 2-**ацинитро**пропана

## 2.9. АМИНЫ

**Амины** — это соединения, получаемые путем замещения атомов водорода в аммиаке какими-либо радикалами.

В зависимости от числа замещенных атомов водорода различают первичные ( $R-NH_2$ ), вторичные ( $R-NH-R$ ) и третичные ( $NR_3$ ) амины.

### 2.9.1. Первичные амины

Один из вариантов образования названий аминов, принятых номенклатурой ИЮПАК, совпадает с рациональной номенклатурой: к названию радикала, соединенного с азотом, добавляют суффикс **-амин**.

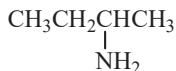


**метиламин**



**1-этилбутиламин**

По номенклатуре ИЮПАК аминогруппа рассматривается как заместитель и обозначается префиксом **амино-** с указанием положения ее в главной цепи:



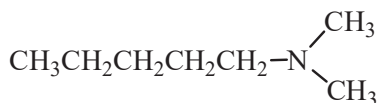
**2-амино**бутан

Для обозначения первичных диаминов суффикс **-диамин** присоединяют к названию соответствующего углеводорода или к названию многовалентного радикала:  $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2$ , 1,4-бутандиамин, или тетраметилендиамин, или путресцин (лат. *putrescere* – разлагающийся, гниющий);  $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_5\text{NH}_2$ , 1,5-пентандиамин, или кадаверин (лат. *cadaverosus* – трупный);  $\text{CH}_3(\text{NH}_2)\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{NH}_2$ , 1,4-пентандиамин, или 1-метилтетраметилендиамин.

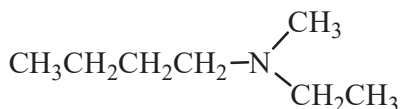
## 2.9.2. Вторичные и третичные амины

Названия симметричных вторичных и третичных аминов получают, присоединяя к названию радикала префиксы **ди-** и **три-** и суффикс **-амин**:  $\text{CH}_3\text{NHCH}_3$ , диметиламин;  $\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ , триэтиламин.

Несимметричные вторичные и третичные амины называют как N-замещенные производные первичного амина. В качестве основы выбирают первичный амин с наиболее сложным радикалом:

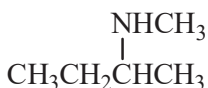


N,N-диметилпентиламин

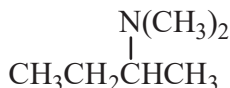


N-метил-N-этилбутиламин

Радикалы  $\text{R}-\text{NH}-$ ,  $\text{R}_2\text{N}-$  называют как замещенные аминогруппы:  $(\text{CH}_3)_2\text{N}-$  диметиламино-,  $\text{CH}_3\text{NH}-$  метиламино-; в названии амина их ставят перед названием радикала, образующего главную цепь.



2-метиламинобутан



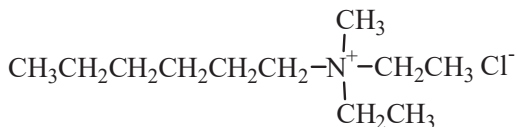
2-диметиламинобутан

### 2.9.3. Аммониевые ионы (соли)

Аммониевые катионы, получаемые путем присоединения протона к молекулам первичных, вторичных и третичных аминов, рассматриваются в качестве замещенных иона аммония  $\text{NH}_4^+$ . При замещении в последнем на радикалы всех четырех водородных атомов получают четвертичные аммониевые ионы. Их обозначают, помещая составляющую **-аммоний** после перечисления радикалов-заместителей, а затем указывают название аниона:

$[\text{N}(\text{CH}_3)_4]^+\text{I}^-$ , тетраметиламмоний йодид.

Еще пример:



гексилметилдиэтиламмоний хлорид

### 2.10. ДИАЗОСОЕДИНЕНИЯ АЛИФАТИЧЕСКОГО РЯДА

К диазосоединениям относятся соединения, содержащие диазогруппу  $=\text{N}^+=\text{N}^-$ .

Для обозначения диазосоединений префикс **диазо-** присоединяют к названию соответствующего углеводорода:

$\text{CH}_2=\text{N}^+=\text{N}^-$ , **диазометан**.

### 3. ПРОИЗВОДНЫЕ АЦИКЛИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ СО СМЕШАННЫМИ ФУНКЦИЯМИ

В данном разделе речь пойдет о соединениях, содержащих в молекуле различные функциональные группы.

#### 3.1. ГИДРОКСИКАРБОНОВЫЕ (ОКСИКАРБОНОВЫЕ) КИСЛОТЫ

Гидроксикарбоновые (оксикарбоновые) кислоты наряду с карбоксильными группами содержат один спиртовый гидроксил или несколько. В зависимости от числа  $\text{COOH-}$  и  $\text{OH-}$  групп говорят об основности и атомности оксикарбоновых кислот: суммарное число карбоксильных и гидроксильных групп – показатель атомности, число карбоксильных групп – показатель основности.

Взаимное расположение карбоксильной группы и спиртового гидроксила принято обозначать буквами греческого алфавита. В  $\alpha$ -оксикарбоновых кислотах обе функциональные группы находятся у одного и того же углеродного атома, а в  $\beta$ -оксикарбоновых кислотах они связаны с соседними углеродными атомами и т. д. Примеры названий оксикарбоновых кислот приведены в табл. 15.

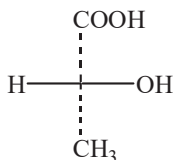
Т а б л и ц а 15

Названия оксикарбоновых кислот

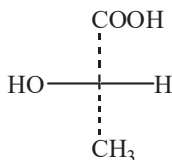
Структурная формула соединения	Название	
	тривиальное	по номенклатуре ИЮПАК
Одноосновные двухатомные кислоты		
$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{COOH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$	Гликолевая кислота	Гидроксиэтановая кислота

Структурная формула соединения	Название	
	тривиальное	по номенклатуре ИЮПАК
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCOOH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$	Молочная <i>D</i> -, <i>L</i> -, <i>D,L</i> -кислота	2-Гидроксипропановая кислота
$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$	$\beta$ -Оксипропионовая кислота	3-Гидроксипропановая кислота
$\begin{array}{c} \text{CH}_2(\text{CH}_2)_2\text{COOH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$	$\gamma$ -Оксимасляная кислота	4-Гидроксипропановая кислота
Одноосновные трехатомные кислоты		
$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CHCOOH} \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	Глицериновая <i>D</i> -, <i>L</i> -, <i>D,L</i> -кислота	2,3-Дигидроксипропановая кислота
Двухосновные трехатомные кислоты		
$\begin{array}{c} \text{HOOCCHCOOH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$	Тартроновая кислота	Гидроксипропандиовая кислота
$\begin{array}{c} \text{HOOCCHCH}_2\text{COOH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$	Яблочная <i>D</i> -, <i>L</i> -, <i>D,L</i> -кислота	Гидроксипропандиовая кислота
Двухосновные четырехатомные кислоты		
$\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{HOOCCHCHCOOH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$	Винная <i>D</i> -, <i>L</i> -, <i>D,L-мезо</i> -кислота (виноградная кислота)	2,3-Дигидроксипропандиовая кислота
Трехосновные четырехатомные кислоты		
$\begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{HOOCCH}_2\text{CCH}_2\text{COOH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$	Лимонная кислота	3-Окси-3-карбокси- 1,5-пентандиовая кислота

По номенклатуре ИЮПАК нумерация оксикарбоновых кислот производится таким образом: номер 1 дается карбоксильной группе и по возможности меньший номер – гидроксильной группе. Гидроксильная группа обозначается префиксом **гидрокси-**, в случае необходимости указывается количество гидроксильных групп. Если в молекуле оксикарбоновой кислоты имеется углеродный атом, соединенный с четырьмя различными заместителями (асимметрический углеродный атом), то она существует в виде двух структурно одинаковых форм (оптических изомеров). Эти изомеры обозначаются латинскими прописными курсивными буквами *D* и *L* светлого начертания; знаками (+) и (–) обозначают направление вращения плоскости поляризации. Буквой *D* обозначают, независимо от знака вращения, ту же конфигурацию, что у *D*-(+)- глицеринового альдегида, а буквой *L* – энантиомерную конфигурацию.



*D*-(–)-молочная кислота;



*L*-(+)-молочная кислота.

Сочетанием букв *D,L* обозначаются рацемические оксикислоты. При наличии в дикарбоновой кислоте двух асимметрических углеродных атомов с одинаковыми заместителями (винная кислота) кроме указанных изомеров существует еще и оптически неактивная форма с внутримолекулярной компенсацией. Ее обозначают префиксом **мезо-**.

### 3.1.1. Ацильные радикалы

В табл. 16 приведены тривиальные названия ацильных радикалов, образованные прибавлением к названию кислоты суффикса **-оил**. Эти названия являются наиболее предпочтительными и приняты номенклатурой ИЮПАК. Вместе с тем предполагаются и систематические названия, которые образуют путем замещения в на-



звании кислоты составляющих **-овая, -диовая кислота** на суффиксы **-оил, -диоил**.

Т а б л и ц а 16

### Названия ацильных радикалов

Структурная формула радикала	Название	
	тривиальное	по номенклатуре ИЮПАК
$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CO}- \\   \\ \text{OH} \end{array}$	Гликолоил	Гидроксиэтанойл
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCO}- \\   \\ \text{OH} \end{array}$	Лактоил	2-Гидроксипропинойл
$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CHCO}- \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	Глицеройл	2,3-Гидроксипропаноил
$\begin{array}{c} -\text{OCCNCO}- \\   \\ \text{OH} \end{array}$	Тартронойл	Гидроксипропандиойл
$\begin{array}{c} -\text{OCCNCH}_2\text{CO}- \\   \\ \text{OH} \end{array}$	Малоил	Гидроксипропандиойл
$\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ -\text{OCCNCHCO}- \\   \\ \text{OH} \end{array}$	Тартаройл	2,3-Дигидроксипропандиойл

### 3.1.2. Анионы и соли

По номенклатуре ИЮПАК названия анионов образуют от названий соответствующих оксикарбоновых кислот путем замены составляющих **-овая, -диовая кислота** суффиксами **-оат, -диоат**:

$\text{HOCH}_2\text{COO}^-$ , гидроксиэтаноат;

$^-\text{OCCN}(\text{OH})\text{COO}^-$ , гидроксипропандиоат.

Образующиеся при нейтрализации катионом соли обозначают, добавляя название катиона к названию аниона:

$\text{HOCH}_2\text{COOK}$ , гидроксиэтан**оат** калия;

$\text{NaOOCCH}(\text{OH})\text{COONa}$ , гидроксипропан**диоат** натрия.

При использовании тривиальных названий суффикс **-оил** в названии ацильного радикала карбоновой кислоты заменяется суффиксом **-ат**:

$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COONa}$ , лак**тат** натрия;

$\text{KOOCCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{COOK}$ , мал**ат** калия;

$\text{NaOOCCH}(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{COONa}$ , тар**трат** натрия;

$\text{HOOCCH}(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{COONa}$ , битар**трат** натрия.

### 3.1.3. Сложные эфиры

Тривиальные названия сложных эфиров образуют, указывая спирт и кислоту, из которых получен эфир:

$\text{HOCH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$ , этиловый эфир гликолевой кислоты.

Если требуется название более краткое, нужно количество и название спиртовых алкилов указать перед названием соответствующего аниона:

$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOC}_2\text{H}_5$ , этил**лактат**;

$\text{CH}_3\text{OOCCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{COOCH}_3$ , диметил**малат**.

По номенклатуре ИЮПАК построение названия происходит аналогичным образом, при этом используют систематические названия аниона:

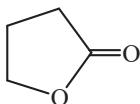
$\text{HOCH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$ , этилгидроксиэтан**оат**;

$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOCH}_3$ , метил-2-гидроксипропан**оат**.

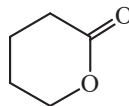
### 3.1.4. Лактоны, лактиды

Соединения, образующиеся в результате внутримолекулярного выделения воды за счет гидроксильной и карбоксильной групп и представляющие собой циклические сложные эфиры, называются **лактонами**. Для их обозначения допускается использование

общепринятых названий, происходящих от тривиальных названий негидроксильированных кислот.



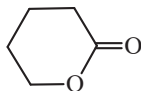
$\gamma$ -бутиролактон



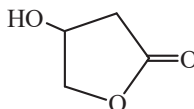
$\gamma$ -валеролактон

Этот принцип не распространяется на другие лактоны.

По номенклатуре ИЮПАК названия лактонам дают, присоединяя суффикс **-олид** к названию углеводорода (негидроксильированного) с тем же числом атомов углерода. Место замыкания цикла обозначают цифрой.



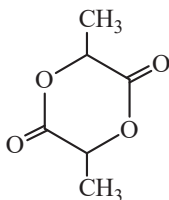
5-пентанолид



3-гидрокси-4-бутанолид

**Л а к т и д ы** – межмолекулярные циклические сложные эфиры, образующиеся при самоэтерификации двух или более молекул оксикарбоновых кислот. Их называют как гетероциклические соединения (см. подраздел 3.10.1), если оксикарбоновые кислоты не имеют тривиального названия.

В противном случае в тривиальном названии ацильного радикала оксикарбоновой кислоты суффикс **-онил** заменяется на суффикс **-ид**:



лактид (более предпочтительно – дилактид)

## 3.2. ОКСОКАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ (АЛЬДЕГИДО-, КЕТОНОКИСЛОТЫ)

К оксокарбонovým кислотам относятся соединения, содержащие наряду с одной или двумя карбоксильными группами альдегидную или кетонную группу.

Названия таких кислот согласно номенклатуре ИЮПАК обычно образуют от названия соответствующей кислоты путем присоединения префиксов **оксо-**, **диоксо-**. Нумерация цепи начинается с более старшей карбоксильной группы.

$\text{O}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ , 5-**оксовалериановая** кислота;

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{O})\text{CH}_2\text{COOH}$ , 3-**оксовалериановая** кислота;

$\text{O}=\text{CHCH}_2\text{C}(\text{O})\text{CH}_2\text{COOH}$ , 3,5-**диоксовалериановая** кислота.

Наряду с этими названиями употребляются и названия тривиальные (табл. 17).

Т а б л и ц а 17

Названия оксокарбонových кислот

Структурная формула соединения	Название	
	тривиальное	по номенклатуре ИЮПАК
$\begin{array}{c} \text{CHCOOH} \\    \\ \text{O} \end{array}$	Глиоксильная кислота	2-Оксоуксусная кислота
$\begin{array}{c} \text{CHCH}_2\text{COOH} \\    \\ \text{O} \end{array}$	Формилуксусная кислота	3-Оксопропионовая кислота
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CCOOH} \\    \\ \text{O} \end{array}$	Пировиноградная кислота	2-Оксопропионовая кислота
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CCH}_2\text{COOH} \\    \\ \text{O} \end{array}$	Ацетоуксусная кислота	3-Оксомасляная кислота
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_2)_2\text{COOH} \\    \\ \text{O} \end{array}$	Левулиновая кислота	4-Оксовалериановая кислота

Структурная формула соединения	Название	
	тривиальное	по номенклатуре ИЮПАК
$\begin{array}{c} \text{HOOC} \text{---} \text{C} \text{---} \text{COOH} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	Мезоксалева кислота	—
$\begin{array}{c} \text{HOOC} \text{---} \text{C} \text{---} \text{CH}_2 \text{---} \text{COOH} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	Щавелево-уксусная кислота	—

Ацильным радикалам оксокарбоновых кислот дают тривиальные названия:  $\text{O}=\text{CHCO}-$ , глиоксилоил;  $\text{HOOC}(\text{O})\text{CO}-$ , мезоксалоил;  $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CO}-$ , пирувоил;  $-\text{OCCCH}_2\text{C}(\text{O})\text{CO}-$ , оксалацетил;  $-\text{OCC}(\text{O})\text{CO}-$ , мезоксалил;  $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_2\text{CO}-$ , ацетоацетил.

Названия анионов, солей и сложных эфиров образуют по уже описанным правилам.

### 3.3. ОКСИОКСОСОЕДИНИЯ

Из этой группы органических веществ наиболее важны соединения, содержащие только одну альдегидную группу или кетогруппу и одну гидроксильную группу или несколько таких групп: моноальдегиды, диоксиальдегиды и кетоны.

Взаимное расположение спиртового гидроксила и альдегидной группы или кетогруппы обозначают строчными прямыми буквами греческого алфавита светлого начертания:  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - и т. д.

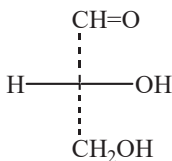
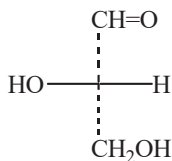
Оксиальдегидам и кетонам принято давать тривиальные названия (табл. 18).

По номенклатуре ИЮПАК за основу берется название соответствующего альдегида или кетона с суффиксами **-аль** или **-он**, а для обозначения спиртового гидроксила используется префикс **гидрокси-**. Нумерация цепи производится таким образом, чтобы карбонильный углерод был обозначен наименьшим локантом.

## Названия некоторых оксальдегидов и кетонов

Структурная формула соединения	Название	
	тривиальное	по номенклатуре ИЮПАК
$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{C}=\text{O} \\   \quad \diagdown \\ \text{OH} \quad \text{H} \end{array}$	Гликолевый альдегид	Гидроксиэтаналь
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{C}=\text{O} \\   \quad \diagdown \\ \text{OH} \quad \text{H} \end{array}$	Альдоль, β-окси- масляный альдегид	3-Гидроксибутаналь
$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CHC}=\text{O} \\   \quad   \quad \diagdown \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{H} \end{array}$	Глицериновый альдегид	2,3-Гидроксипропаналь
$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{CH}_2\text{CCH}_2 \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	Диоксияцетон	1,3-Дигидроксипропанон
$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{CH}_3\text{CHCCH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$	Ацетоин	3-Гидрокси-2-бутанон

Глицериновый альдегид принят в качестве ключевого соединения при определении принадлежности оптически активных соединений к *D*- или *L*-ряду. Конфигурация оптических изомеров глицеринового альдегида может быть представлена следующим образом:

*D*-(+)-глицериновый альдегид*L*-(-)-глицериновый альдегид

Любое соединение, которое может быть получено из *D*-глицеринового альдегида без изменения конфигурации хирального центра, считается принадлежащим к *D*-ряду. Точно так же устанавливается принадлежность соединений к *L*-ряду.

### 3.4. УГЛЕВОДЫ

Углеводы (сахариды) – природные соединения, структура которых может быть, как правило, выражена общей формулой  $C_n(H_2O)_n$ . Химия этих соединений основывается только на двух важных функциональных группах – карбониле кетонного или альдегидного типа и спиртовой гидроксильной группе. Принято разделять углеводы на моносахариды, дисахариды и полисахариды.

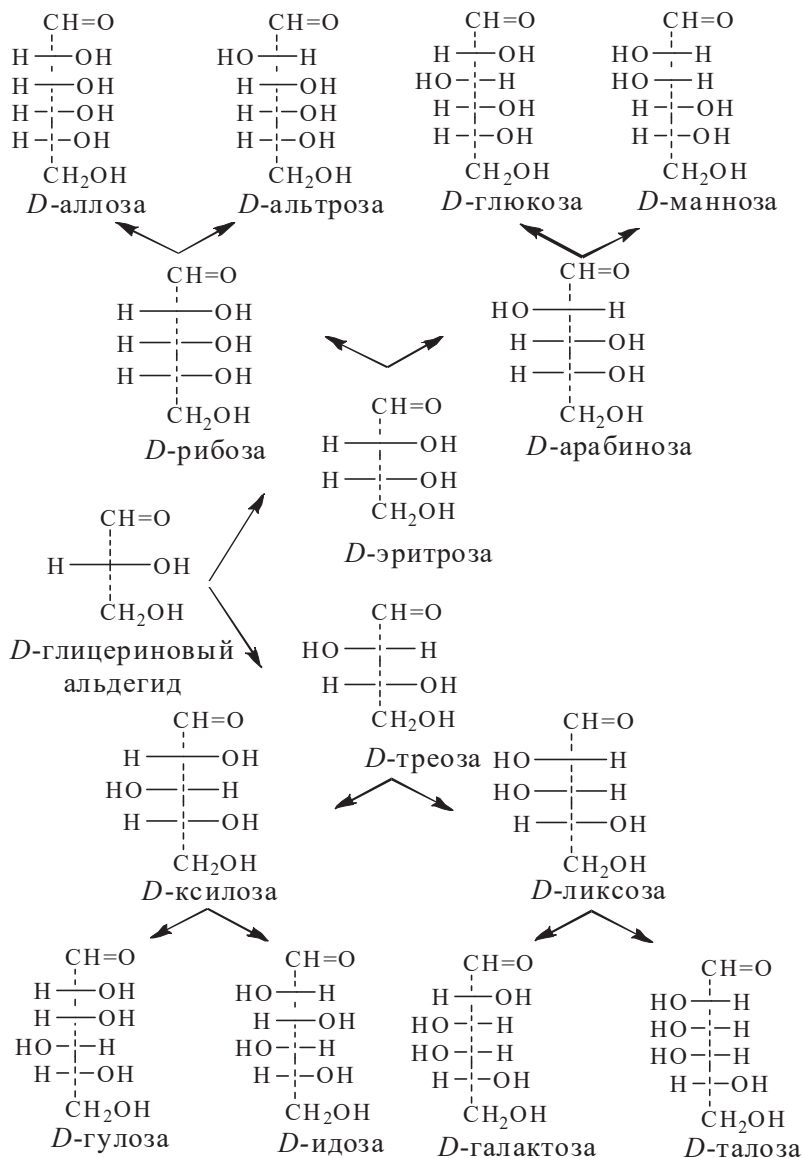
#### 3.4.1. Моносахариды

Полиоксигидриды и кетоны, способные к замыканию пяти- или шестичленных оксидных циклов вследствие внутримолекулярного образования полуацетальных связей за счет одной из гидроксильных групп и альдегидной или кетонной карбонильной группы, принято относить к общей группе соединений, называемых **моносакаридами**.

В соответствии с суммарным числом *n* гидроксильных и карбонильных атомов кислорода моносахариды подразделяются на альдо- и кетотриозы (*n* = 3), альдо- и кетотетразы (*n* = 4), альдо- и кетопентозы (*n* = 5), альдо- и кетогексозы (*n* = 6) и т. д.

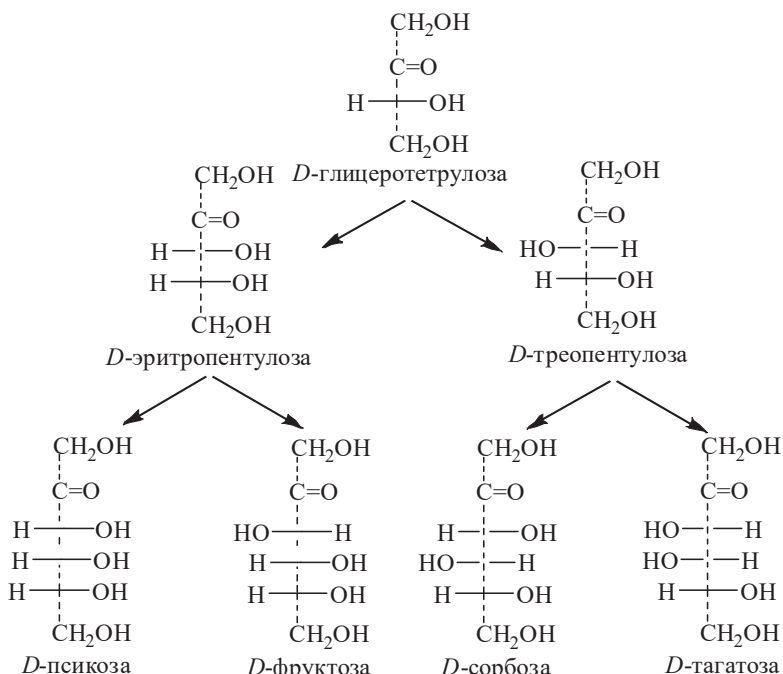
Углеводы известны уже давно, и поэтому каждый из них имеет тривиальное название, принятое номенклатурой ИЮПАК (примеры 1 и 2).

В альдозах атом углерода, входящий в состав альдегидной группы, обозначается цифрой 1, в кетозах карбонильному углероду присваивается по возможности наименьший локант. Конфигурационная принадлежность обозначается буквами *D* или *L*, которые ставятся непосредственно перед тривиальным названием моносахарида. Если необходимо указать знак оптического вращения, добавляют



Пример 1. Конфигурация альдоз D-ряда

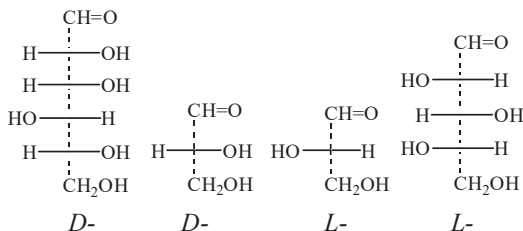




Пример 2. Конфигурация кетоз *D*-ряда

знаки (+) или (-). Рацемическая форма обозначается сочетанием букв *D,L*- или знаком ( $\pm$ ). Для определенных изомеров используется префикс **мезо-**.

Моносахариды, у которых асимметрический атом углерода с наибольшим порядковым номером в цепи имеет такую же конфигурацию, как *D*-(+)-глицериновый альдегид, относятся к *D*-конфигурационному ряду (аналогично определяется *L*-ряд).

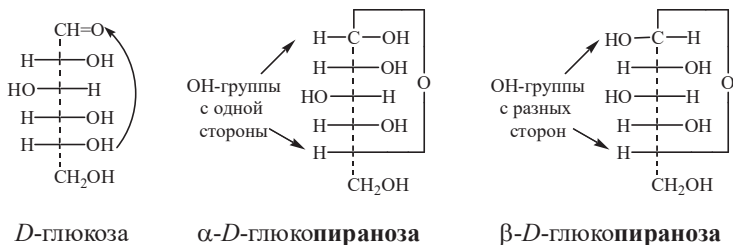


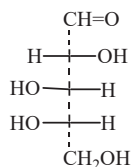
Для названий кетотетроз и кетопентоз по номенклатуре ИЮПАК используют суффикс **-улоз** с флексией **-а** и префикс, обозначающий конфигурацию группы хиральных центров: **D**-глицеротетрулоза.

Кетогексозам дают тривиальные названия.

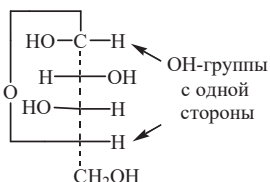
При взаимодействии карбонильной группы и одного из гидроксильных образуются полуацетальные (полукетальные) циклические формы. В этом случае карбонильный углерод становится хиральным центром, поэтому каждый ациклический стереоизомер образует две циклические диастереоизомерные формы. Их называют аномерами, а новый хиральный центр – аномерным центром. Полуацетальная гидроксильная группа называется гликозидным гидроксильным. Для обозначения его конфигурации используют строчные греческие буквы  $\alpha$  и  $\beta$  светлого начертания, связанные с взаимной ориентацией заместителей у аномерного центра и у C-атома, определяющего принадлежность к *D*- или *L*-ряду. Буквой  $\alpha$  обозначают тот изомер, в котором OH-группы аномерного центра и C-атома, по которому определяется *D,L*-конфигурация, находятся по одну сторону от углеродной цепи в проекционной формуле Фишера. Если же эти группы находятся на противоположных сторонах, то такой аномер обозначают буквой  $\beta$ . Аномерные обозначения  $\alpha$  и  $\beta$  используются только в сочетании с конфигурационными обозначениями *D* и *L*.

Для указания размеров кольца морфемы **-оза** в названии моносахарида заменяют на морфемы **-фураноза** в случае 5-членного кольца, **-пираноза** – в случае 6-членного кольца и **-септаноза** – в случае кольца 7-членного.

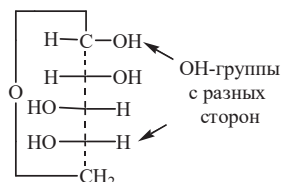




*L*-арабиноза

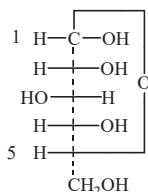


$\alpha$ -*L*-арабинофураноза

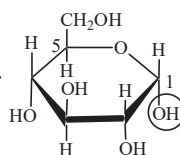


$\beta$ -*L*-арабинопираноза

Проекции Фишера не дают представления о действительной форме кольца. Для этих целей получила распространение формула Хеурса. В них углеродная цепь изображается горизонтальной, аномерный центр должен размещаться справа. Углеродная цепь как бы расположена над плоскостью бумаги, кислородный мостик – под ней. Заместители, связанные с углеродными атомами, находятся выше или ниже плоскости кольца, а углеродные атомы – на пересечениях линий, изображающих связи в кольце, и связей, ведущих к заместителям.

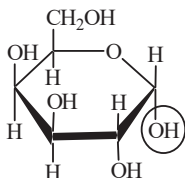


формула Фишера

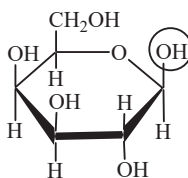


формула Хеурса

В формулах Хеурса для моносахаридов  $\alpha$ -ряда ОН-группа аномерного центра *D*-конфигурации находится под кольцом, при  $\beta$ -конфигурации – над кольцом. Для моносахаридов *L*-ряда отношение обратное.



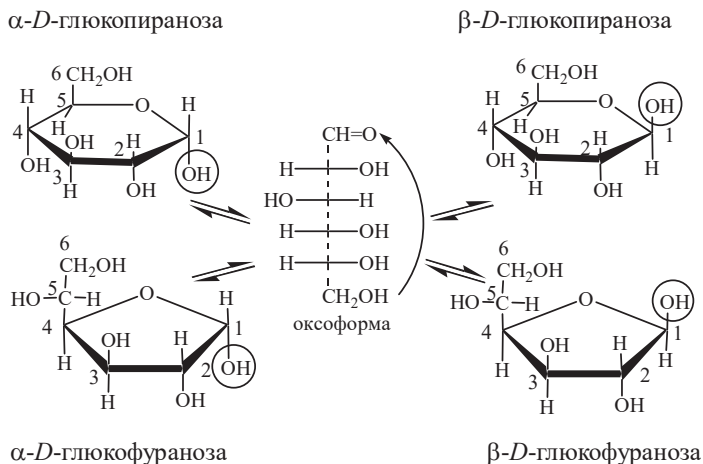
$\alpha$ -*D*-галактопираноза



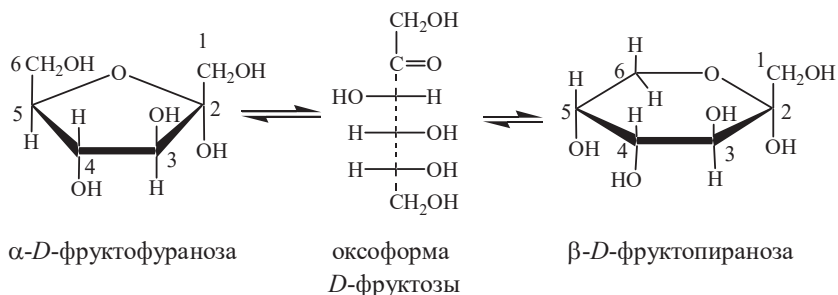
$\beta$ -*D*-галактопираноза

Альдотетрозы могут существовать только в одной циклической форме – фуранозной. Для альдопентоз и альдогексоз возможны как фуранозная, так и пиранозная формы, причем каждая из них – и в  $\alpha$ -, и в  $\beta$ -форме.

Таким образом, каждой альдопентозе или альдогексозе соответствуют пять разных изомерных друг другу соединений, способных превращаться друг в друга.



$\alpha$ -Фуранозная и  $\beta$ -пиранозная формы для D-фруктозы могут быть выражены приведенными ниже формулами.

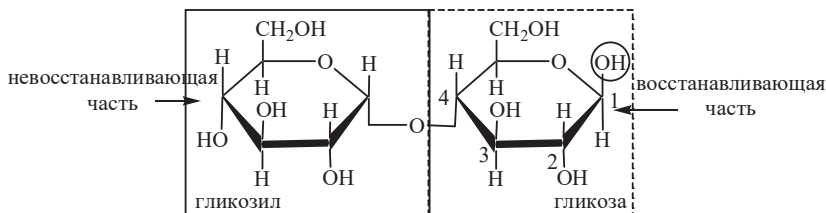


Номенклатура производных и продуктов превращения моносахаридов рассмотрена в подразделе 4.2.1.1.2.

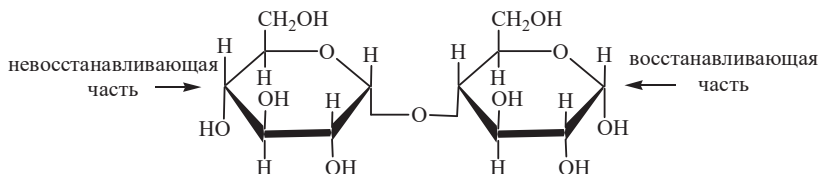
### 3.4.2. Дисахариды

Большинство встречающихся в природе дисахаридов имеют общепотребительные названия (целлобиоза, лактоза, мальтоза, сахароза и т. д.), которые они получили до того, как стало известно их строение. Теперь этим соединениям можно дать систематические названия.

Восстанавливающий дисахарид называют как гликозилгликозу по образующим его компонентам. Например, тривиальному названию  $\beta$ -мальтоза соответствует систематическое название 4-О- $\alpha$ -D-глюкопиранозил- $\beta$ -D-глюкопираноза.



$\beta$ -Форму мальтозы определяет положение гликозидного гидроксила (отмечен кружком). Противоположное положение гликозидного гидроксила определяет  $\alpha$ -форму мальтозы.

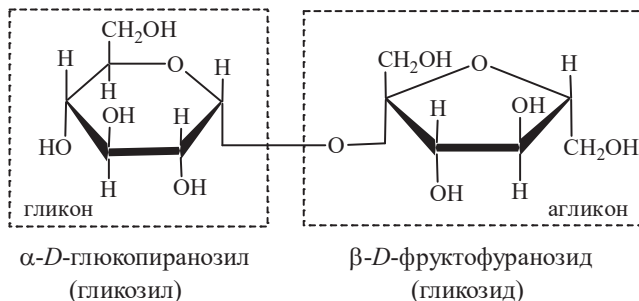


$\alpha$ -мальтоза, 4-О- $\alpha$ -D-глюкопиранозил- $\alpha$ -D-глюкопираноза

Углевод,  $\alpha$ -D-глюкопиранозное кольцо (общее название – гликозил), изображение которого в формуле дано слева, относится к левой половине названия мальтозы, а правый остаток сахара ( $\beta$ -D-глюкопиранозное кольцо – глюкоза) – к правой половине. Цифра 4 означает, что к атому С4 глюкозы присоединен заместитель гликозил; поскольку они связаны через кислород, в названии ставится прямая прописная буква О.

Буквы  $\alpha$  и  $\beta$  показывают, что обе формы мальтозы отличаются конфигурацией у аномерного центра восстанавливающей половины молекулы.

Невосстанавливающий дисахарид обозначают как гликозил-гликозид по образующим его компонентам. Поскольку в молекуле отсутствуют гликозидные гидроксилы, сахароза в виде  $\alpha$ - и  $\beta$ -форм не существует.



Согласно алфавитному порядку морфема «глюко-» предшествует морфеме «фрукто-», поэтому систематическое название сахарозы –  $\alpha$ -D-глюкопиранозил- $\beta$ -D-фруктофуранозид.

### 3.4.3. Полисахариды

Полисахариды даже в очищенном состоянии не обладают полной однородностью, поэтому им не дают систематических названий. При построении полисахарида из остатков одного моносахарида говорят о гомополисахаридах, при построении из двух или нескольких мономерных звеньев разного типа – о гетерополисахаридах.

Систематической номенклатуры полисахаридов, как ранее было отмечено, не существует, однако часто применяется рациональный принцип, заключающийся в том, что берется название моносахарида (или моносахаридов), лежащего (лежащих) в основе данного полисахарида, и морфемы **-оза** (суффикс **-оз** и флексия **-а**) заменяются суффиксом **-ан**. Так, например, полисахариды, построенные из D-глюкозы, называются D-глюканами, построенные

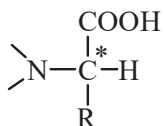
из *D*-галактозы – *D*-галактанами; состоящие из остатков *L*-арабинозы и *D*-галактозы – *L*-арабино-*D*-галактанами. В зависимости от наличия α- или β-гликозидных связей перед групповым названием полисахарида ставится соответствующая греческая буква.

Для многих высших полисахаридов применяют тривиальные названия: гликоген, крахмал, клетчатка, хитин и т. д.

### 3.5. АМИНОКИСЛОТЫ

Аминокислотами называются соединения, содержащие один или несколько атомов аминного (первичного, вторичного или третичного) азота и одну карбоксильную группу или несколько таких групп.

По взаимному расположению аминогруппы и карбоксильной группы данные соединения подразделяются аналогично оксикарбоновым кислотам на α-, β-, γ-аминокислоты и т. д. Практически наиболее важны некоторые (около 20) α-аминокислоты, образующиеся в результате гидролиза природных белков. Все они содержат группировку



Атом углерода, связанный с карбоксильной группой и аминным азотом, асимметричен (за исключением случая, когда вместо радикала R стоит водород – H). Все природные аминокислоты, получаемые при гидролизе белков, принадлежат к *L*-ряду и обладают абсолютной конфигурацией, соответствующей приведенной, поскольку их можно рассматривать как результат замены гидроксильной группы у хирального центра *L*-глицеринового альдегида на аминный азот. В химической литературе принято обозначать все природные аминокислоты не по номенклатуре ИЮПАК, а почти исключительно тривиальными названиями.

В табл. 19 приведены тривиальные названия  $\alpha$ -аминокислот. Для названий радикалов, образуемых удалением гидроксила из карбоксильной группы, используют тривиальные названия аминокислот, заменяя суффикс **-ин** на суффикс **-ил**.

Т а б л и ц а 19

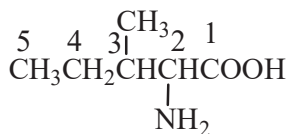
**Названия некоторых  $\alpha$ -аминокислот и их радикалов**

Структурная формула	Сокращенное название	Полное название	
		тривиальное	по номенклатуре ИЮПАК
$\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$	—	Глицин (гликокол)	Аминоэтановая (аминоуксусная) кислота
$\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CO}-$	Gly	Глицил	—
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	—	Аланин	2-Аминопропановая ( $\alpha$ -аминопропионовая) кислота
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{CO}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Ala	Аланил	—
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \text{NH}_2 \end{array}$	—	Валин	2-Амино-3-метил-бутановая ( $\alpha$ -аминоизовалериановая) кислота
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}-\text{CO}- \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \text{NH}_2 \end{array}$	Val	Валил	—
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CHCH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	—	Лейцин	2-Амино-4-метилпентановая ( $\alpha$ -амино-изокапроновая) кислота
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CHCH}_2-\text{CH}-\text{CO}- \\   \quad \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Leu	Лейцил	—
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad   \quad   \\ \quad \text{CH}_3 \text{NH}_2 \end{array}$	—	Изолейцин	2-Амино-3-метилпентановая кислота
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}-\text{CH}-\text{CO}- \\ \quad   \quad   \\ \quad \text{CH}_3 \text{NH}_2 \end{array}$	Ile	Изолейцил	—



Структурная формула	Сокращенное название	Полное название	
		тривиальное	по номенклатуре ИЮПАК
$\text{HOCH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{COOH}$	—	Серин	3-Гидрокси-2-аминопропановая (β-окси-α-аминопропионовая) кислота
$\text{HOCH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}-$	Ser	Серил	—
$\text{HSCH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{COOH}$	—	Цистеин	2-Амино-3-меркаптопропановая (α-амино-β-меркаптопропионовая) кислота
$\text{HSCH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}-$	Cys	Цистеинил	—
$\text{CH}_3\text{SCH}_2\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{COOH}$	—	Метионин	2-Амино-4-метилтиобутановая (α-амино-γ-метилтиомасляная) кислота
$\text{CH}_3\text{SCH}_2\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}-$	Met	Метионил	—
$\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_3-\underset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{COOH}$	—	Орнитин	2,5-Диаминопентановая (α,δ-диаминовалериановая) кислота
$\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_3-\underset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}-$	Orv	Орнитил	—
$\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_4-\underset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{COOH}$	—	Лизин	2,6-Диаминогексановая (α,ε-диаминокапроновая) кислота
$\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_4-\underset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}-$	Lys	Лизил	—

Систематические названия кислот образуют, присоединяя префикс **амино-** к систематическому названию карбоновой кислоты. Нумерация цепи начинается со старшей карбоксильной группы.

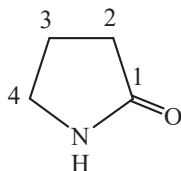


2-амино-3-метилпентановая кислота

Аминодикарбоновым кислотам обычно дают тривиальные названия. От этих названий производят одно- и двухвалентные ацильные радикалы и моноамиды (табл. 20).

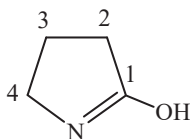
Аминокислоты с аминогруппой в положении  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -,  $\varepsilon$ - и т. д. способны к образованию циклических амидов при отщеплении воды за счет карбоксильного гидроксила и атома водорода аминогруппы. Такие циклические амиды называются **лактамами**.

Лактамам, образованным из алифатических кислот, дают названия, добавляя суффикс **-лактам** к названию углеводорода (негидроксильированного) с тем же числом атомов углерода, причем углерод карбоксильной группы обозначают наименьшим локантом:

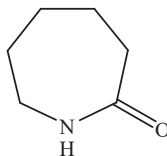


4-бутан**лакта**м

В соединениях, содержащих группу  $\text{—C(OH)=N—}$ , суффикс **-лакта**м заменяется на суффикс **-лактим**. Исключением является соединение, которое называют не  $\delta$ -гексанлактамом, а  $\varepsilon$ -капролактамом.



бутан**лактим**

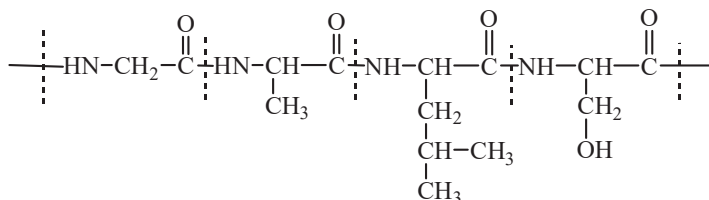


$\varepsilon$ -капро**лакта**м

## Названия аминокислот, их радикалов и амидов

Структурная формула	Сокращенное название	Полное название	
		тривиальное	по номенклатуре ИЮПАК
$\text{HOOCCH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{COOH}$	—	Аспарагиновая кислота	Аминобутандиовая (аминоянтарная) кислота
$\text{HOOCCH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}-$	Asp	$\alpha$ -Аспартил	—
$-\text{OCH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{COOH}$	—	$\beta$ -Аспартил	—
$-\text{OCH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}-$	—	Аспартоил	—
$\text{H}_2\text{NCCH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{COOH}$ $\parallel$ $\text{O}$	—	Аспарагин	—
$\text{H}_2\text{NCCH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}-$ $\parallel$ $\text{O}$	Asp- -NH <sub>2</sub>	Аспарагинил	—
$\text{HOOC}(\text{CH}_2)_2-\underset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{COOH}$	—	Глутаминовая кислота	2-Аmino-пентандиовая ( $\alpha$ -амино-глутаровая) кислота
$\text{HOOC}(\text{CH}_2)_2-\underset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}-$	Glu	$\alpha$ -Глутамил	—
$-\text{O}(\text{CH}_2)_2-\underset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{COOH}$	—	$\gamma$ -Глутамил	—
$-\text{O}(\text{CH}_2)_2-\underset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}-$	—	Глутамоил	—
$\text{H}_2\text{NC}(\text{CH}_2)_2-\underset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{COOH}$ $\parallel$ $\text{O}$	—	Глутамин	—
$\text{H}_2\text{NC}(\text{CH}_2)_2-\underset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}-$ $\parallel$ $\text{O}$	Glu- -NH <sub>2</sub>	Глутаминил	—

N-Замещенная амидная группировка, получающаяся при образовании амида карбоновой кислоты за счет группы  $\text{COOH}$  в одной молекуле и  $\alpha$ -аминогруппы в другой молекуле одной и той же  $\alpha$ -аминокислоты или разных  $\alpha$ -аминокислот, называется пептидной. Вещества, состоящие из остатков аминокислот, соединенных пептидными связями, называются п о л и п е п т и д а м и.

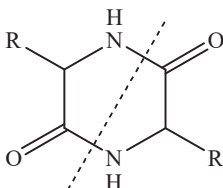


Изображенный выше участок полипептидной цепи схематически может быть представлен так: -глицил-аланил-лейцил-серин. В зависимости от числа аминокислотных остатков различают ди-, три-, тетрапептиды и т. д.

Высокомолекулярные полипептидные цепи, состоящие из сотен и большего числа остатков аминокислот, являются основой строения протеинов (белков).

Аминокислотные остатки в полипептидных цепях, расположенные в определенной последовательности, образуют так называемую первичную структуру протеинов.

Циклические дипептиды, образованные из остатков аминокислот, связанных двумя пептидными связями по принципу «голова-хвост», называют д и к е т о п и п е р а з и н а м и.



### 3.6. ПРОИЗВОДНЫЕ УГОЛЬНОЙ КИСЛОТЫ

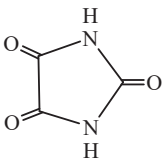
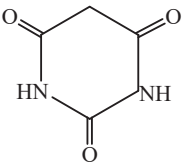
Благодаря наличию двух гидроксильных групп у угольной кислоты существуют производные, невозможные для других карбоновых кислот (табл. 21).

Т а б л и ц а 21

**Производные угольной кислоты**

Структурная формула соединения	Класс производного	Принятое название
$\text{RO}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{OR}$	Эфиры	Диалкилкарбонаты
$\text{Cl}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{OH}$	Монохлорангидрид	Хлормуравьиная кислота
$\text{Cl}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{Cl}$	Дихлорангидрид	Фосген
$\text{Cl}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{OR}$	Эфиры монохлорангидрида	Хлормуравьиные эфиры, алкилхлоркарбонаты
$\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{OH}$	Моноамид	Карбаминовая кислота
$\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{OR}$	Эфиры моноамида	Алкилкарбоматы, алкилуретаны
$\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{NH}_2$	Диамид	Карбамид, мочеви́на
$\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{NH}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{R}$	N-Ацильные производные диамида	Уреид

Окончание табл. 21

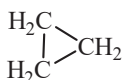
Структурная формула соединения	Класс производного	Принятое название
	—	Парабановая кислота (имидазолидинтрион-2,4,5)
	—	Барбитуровая кислота
$\text{H}_2\text{N}-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-\text{NH}_2$	Амидгидразид	Семикарбазид
$\text{HO}-\text{C}\equiv\text{N}$	Нитрил	Циановая кислота
$\text{RO}-\text{C}\equiv\text{N}$	Эфиры нитрила	Алкилцианаты
$\text{H}_2\text{N}-\text{C}\equiv\text{N}$	Нитрил карбаминовой кислоты	Цианамид
$\text{H}_2\text{N}-\text{C}(=\text{NH})-\text{NH}_2$	Амидин карбаминовой кислоты	Гуанидин
$\text{RO}-\text{C}(=\text{S})-\text{SH}$	Эфиры дитиоугольной кислоты	Алкилксантогеновая кислота

В табл. 21 указаны наиболее часто встречающиеся и используемые производные угольной кислоты. Менее распространенные ее производные можно найти в дополнительной литературе.

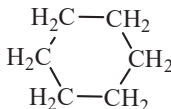
## 3.7. ЦИКЛОАЛКАНЫ

### 3.7.1. Моноциклические соединения

Названия моноциклических углеводородов образуют, присоединяя к названию ациклического неразветвленного углеводорода с тем же числом углеродов префикс **цикло-**:

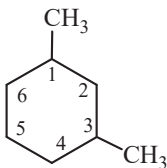


**циклопропан**

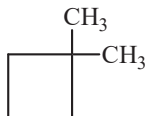


**циклогексан**

Атомы углерода нумеруются в цикле так, чтобы на положение заместителей указывали наименьшие локанты.

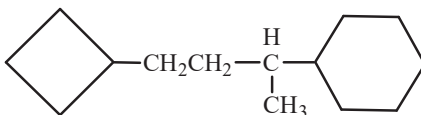


**1,3-диметилциклогексан**



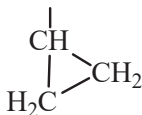
**1,1-диметилциклопропан,  
гемдиметилциклопропан  
(лат. *geminus* – близнецы)**

Если в молекуле имеются несколько изолированных друг от друга циклов или алифатическая углеродная цепь, примыкающая к циклу, достаточно длинна и сложна, то название такого углеводорода можно получить исходя из номенклатуры алифатических углеводородов и рассматривая при этом цикл в качестве одного из заместителей.

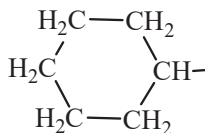


**1-циклобутил-3-циклогексилбутан**

Одновалентные радикалы, образуемые из циклоалканов, обозначают, заменяя суффикс **-ан** в названии углеводорода на суффикс **-ил**, причем местоположение атома углерода со свободной валентностью указывают цифрой 1.

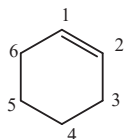


циклопропил

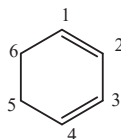


циклогексил

Названия ненасыщенных моноциклических углеводородов образуют, заменяя суффикс **-ан** в названии циклоалкана на суффиксы **-ен**, **-адиен**, **-атриен**, **-ин**, **-адиин**. Местоположения кратных связей обозначают наименьшими локантами.

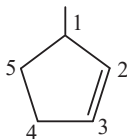


циклогексен

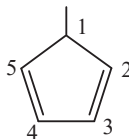


1,3-циклогексадиен

В названиях одновалентных радикалов, получаемых из ненасыщенных моноциклических углеводородов, используются суффиксы **-енил**, **-инил**, **-диенил**. Атом углерода со свободной валентностью обозначается цифрой 1, а местоположение кратных связей – наименьшими локантами.



2-циклопентен-1-ил



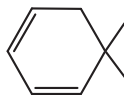
2,4-циклопентадиен-1-ил

Названия двухвалентных радикалов, получаемых из насыщенных или ненасыщенных моноциклических углеводородов отнятием двух атомов водорода от одного и того же атома углерода в кольце, образуют, заменяя суффиксы **-ан**, **-ен**, **-ил** на суффиксы **-илиден**, **-енилиден**, **-инилиден**.



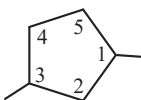


циклопентилиден

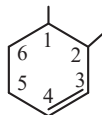


2,4-циклогексадиен-1-илиден

Двухвалентные радикалы, получаемые отнятием атома водорода от двух различных атомов углерода в кольце, называют, заменяя в названии углеводорода суффиксы **-ан**, **-ен**, **-диен**, **-ин** на суффиксы **-илен**, **-енилен**, **-денилен**, **-инилен**.



1,3-циклопентилен



3-циклогексен-1,2-илен

### 3.7.2. Бициклические соединения

В бициклических соединениях циклы либо непосредственно связаны друг с другом одиночной или двойной связью, либо обладают одним общим углеродным атомом или несколькими такими атомами. В зависимости от этого выделяют типы бициклических систем (табл. 22).

Т а б л и ц а 22

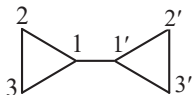
Типы бициклических систем

Количество общих для циклов атомов углерода	Тип системы
0	Сомкнутые бициклические системы (ансамбли колец)
1	Спироуглеводороды, спироалканы (спираны)
2	Бициклические системы с конденсированными кольцами
3 и более	Мостиковые циклические системы

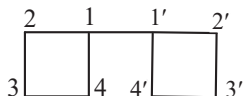
### 3.7.2.1. Сомкнутые бициклические системы (ансамбли колец)

В таких системах углеродные атомы каждого цикла нумеруются отдельно, начиная с атома, через который осуществляется связь со вторым циклом; в одном из циклов для нумерации используют цифры со штрихами.

Если циклы идентичные, то название соединения образуют путем присоединения к названию соответствующего циклического радикала префикса **би-**. Место соединения указывают соответствующими локантами.

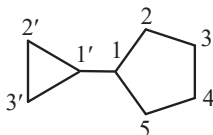


1,1'-бициклопропил



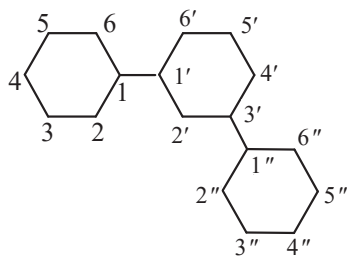
1,1'-бициклобутил

Если циклы не идентичны, то один из них рассматривают как заместитель и помещают в названии соединения в алфавитном порядке. В основном цикле атомы обозначают цифрами без штрихов, а в заместителе – цифрами со штрихами. В качестве основного выбирают цикл с бóльшим числом колец, содержащий бóльшее кольцо.



1-циклопропилциклопентан

Названия ансамблей из трех циклов и более образуют, присоединяя к названию углеводорода, соответствующего повторяющейся группировке, префикс, указывающий на количество циклов в системе. Применяются следующие префиксы: 3 – **тер-**; 4 – **кватер-**; 5 – **квинки-**; 6 – **секси-**; 7 – **септи-**; 8 – **окти-**; 9 – **нони-**; 10 – **деци-**.



1,1':3',1''-терциклогексан

### 3.7.2.2. Spiroуглеводороды, спироалканы (спираны)

Спиросвязь образуется атомом, являющимся единственным общим членом двух колец (спироатомом).

Названия спиранов образуют посредством присоединения префикса **спиро-** к названию нормального ациклического углеводорода с тем же числом атомов углерода. Количество атомов углерода, связанных со спироатомом в каждом кольце, обозначают в квадратных скобках арабскими цифрами в порядке возрастания; скобки помещают между префиксом и названием углеводорода, до и после скобок ставится дефис.

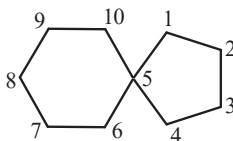


спиро-[3,4]-октан



спиро-[3,3]-гептан

Местоположение атомов углерода указывают сначала в меньшем кольце, обозначая цифрой 1 атом, ближайший к спироатому. От локанта спироатома ведется нумерация второго кольца.



спиро-[4,5]-декан

### 3.7.2.3. Бициклические системы

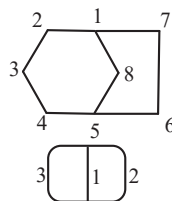
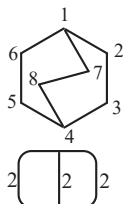
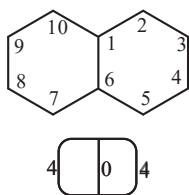
#### с конденсированными кольцами.

#### Мостиковые циклические системы

Бициклические системы с конденсированными циклами или с мостиками рассматриваются как два атома углерода, связанные тремя углеродными цепями.

За основу названия соединения такого типа берется название алкана с тем же числом атомов углерода, что и в рассматриваемой бициклической системе.

К названию алкана присоединяют префикс **бицикло-** (с дефисом), после чего в квадратных скобках (с дефисом после закрывающей скобки) в порядке убывания указывается число атомов углерода в каждой из трех мостиковых цепей.



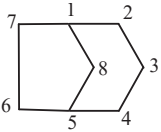
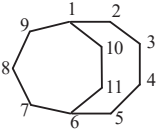
**бицикло-[4,4,0]-декан    бицикло-[2,2,2]-октан    бицикло-[3,2,1]-октан**

Нумерацию системы начинают с одного из узловых атомов и ведут по самому длинному пути ко второму узловому атому; от второго узлового атома указывают локанты в наиболее длинном из оставшихся путей, продвигаясь к первому узлу и нумеруя от него оставшиеся атомы (табл. 23).

Если имеется выбор, порядок нумерации определяется на основе следующих критериев:

- основное кольцо должно содержать как можно больше атомов углерода, два из которых являются узловыми атомами основного мостика;
- основной мостик должен быть как можно больше;
- основное кольцо должно быть разделено основным мостиком как можно более симметрично.

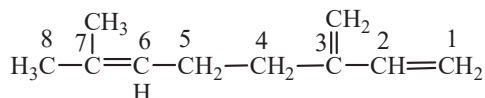
## Алгоритм нумерации бициклических систем

Название системы	Структурная формула	Узловые атомы	Путь нумерации атомов углерода		
			самый длинный	более короткий	самый короткий
Бицикло- [3,2,1]-октан		1, 5	1, 2, 3, 4, 5	5, 6, 7, 1	1, 8, 5
Бицикло- [4,3,2]-ундекан		1, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	6, 7, 8, 9, 1	1, 10, 11, 6

## 3.8. ТЕРПЕНЫ

## 3.8.1. Ациклические терпены

Ациклические терпеновые углеводороды называют в соответствии с правилами, установленными для других ненасыщенных ациклических углеводородов.

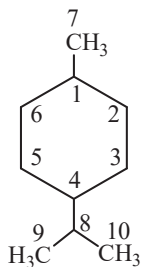


7-метил-3-метилен-1,6-октадиен (мирцен)

## 3.8.2. Циклические терпены

## 3.8.2.1. Моноциклические терпены

Для моноциклических терпенов принята специальная номенклатура, сочетающая рациональные и заместительные названия. В основу положен алициклический углеводород 1-метил-4-изопропилциклогексан (п-ментан) с показанной ниже системой нумерации.



Наличие двойных связей указывается путем замены суффикса **-ан** на суффикс **-ен**.

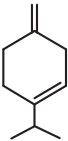
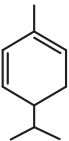
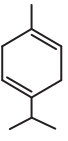
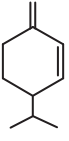
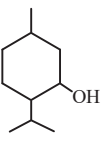
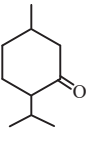
Местоположение двойной связи обозначается по общим правилам. Если двойная связь при атомах 1, 4 и 8 направлена к разным углеродным атомам (к атомам 2 или 6, к атомам 5 или 3, к атомам 9 или 10 соответственно), то в круглых скобках указывается локант углеродного атома, к которому идет связь.

Сохранился и старый способ обозначения двойной связи прямой прописной греческой буквой  $\Delta$  (дельта) светлого начертания, показатель при ней соответствует локанту углеродного атома с двойной связью (табл. 24).

Т а б л и ц а 24

**Примеры рациональных и тривиальных (в скобках) названий терпенов**

Структурная формула терпена	Название	Структурная формула терпена	Название
	1-Ментен		1,8-Ментадиен, $\Delta^{1,8}$ -ментадиен (лимонен)
	1,3-Ментадиен, $\Delta^{1,3}$ -ментадиен ( $\alpha$ -терпинен)		1,4(8)-Ментадиен, $\Delta^{1,4(8)}$ -ментадиен (терпинолен)

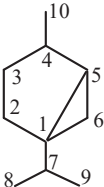
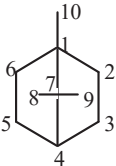
Структурная формула терпена	Название	Структурная формула терпена	Название
	1(7),3-Ментадиен, $\Delta^{1(7),3}$ -ментадиен ( $\beta$ -терпинен)		1,5-Ментадиен, $\Delta^{1,5}$ -ментадиен ( $\alpha$ -фелландрен)
	1,4(5)-Ментадиен, $\Delta^{1,4(5)}$ -ментадиен ( $\gamma$ -терпинен)		1(7),2-Ментадиен, $\Delta^{1(7),2}$ -ментадиен ( $\beta$ -фелландрен)
	3-Ментанол (ментол)		3-Ментанон (ментон)

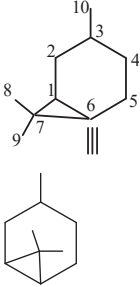
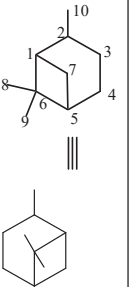
### 3.8.2.2. Бициклические терпены

В основу номенклатуры бициклических терпенов положены углеводороды со специальными названиями (табл. 25).

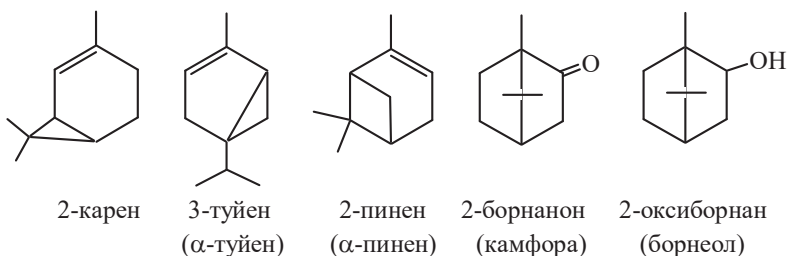
Т а б л и ц а 25

#### Названия бициклических терпенов

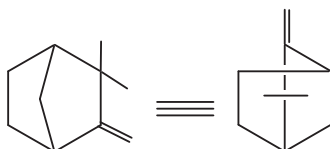
Структурная формула терпена	Название	Структурная формула терпена	Название
	Туйан, 4-метил-1-(1-метил- этил)бицикло- [3.1.0]-гексан		Борнан(камфан), 1,7,7-триметилбицик- ло-[2.2.1]-гептан

Структурная формула терпена	Название	Структурная формула терпена	Название
	Каран, 3,7,7-триметил- бицикло-[4.1.0]-гептан		Пинан, 2,6,6-триметилбицик- ло-[3.1.1]-гептан

Примеры:

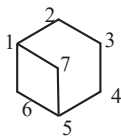


Название «камфен» сохраняется для незамещенного 2,2-диметил-3-метиленбицикло-[2,2,1]-гептана:



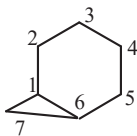
Если в молекуле терпена все метильные группы, связанные с циклическим скелетом, заменены на атомы водорода, то перед названием терпена помещают префикс **нор-**.





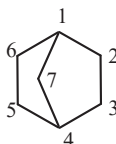
**норпинан,**

бицикло-[3.1.1]-гептан



**норкаран,**

бицикло-[4.1.0]-гептан



**норборнан,**

бицикло-[2.2.1]-гептан

## 3.9. АРОМАТИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

### 3.9.1. Арены (бензоидные углеводороды)

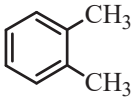
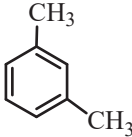
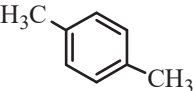
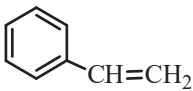
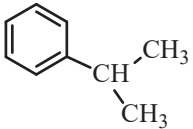
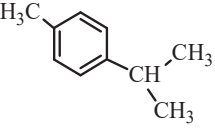
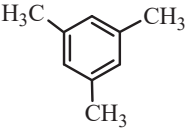
Основным соединением моноциклических ароматических углеводородов является бензол. Все остальные углеводороды этого ряда рассматриваются как гомологи бензола. Положение заместителей в бензольном кольце указывают цифрами, причем нумерацию атомов углерода в кольце производят таким образом, чтобы заместители были обозначены наименьшими локантами. Если в арене только два заместителя, то вместо обозначений 1,2-, 1,3-, 1,4- могут быть, соответственно, использованы обозначения *о-* (*орто*-), *м-* (*мета*-) и *п-* (*пара*-).

Наиболее распространенные бензоидные ароматические соединения указаны в табл. 26.

Т а б л и ц а 26

**Наиболее распространенные арены**

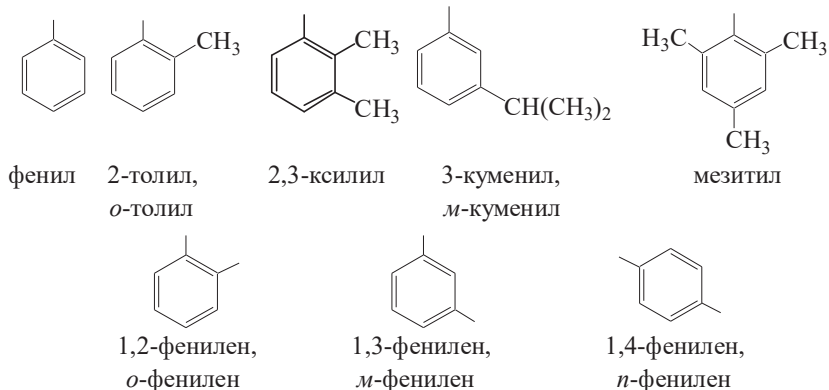
Структурная формула арена	Название	
	по номенклатуре ИЮПАК	тривиальное
	Бензол	Бензол
	Метилбензол	Толуол

Структурная формула арена	Название	
	по номенклатуре ИЮПАК	тривиальное
	<i>o</i> -Диметилбензол, 1,2-диметилбензол	<i>o</i> -Ксилол
	<i>m</i> -Диметилбензол, 1,3-диметилбензол	<i>m</i> -Ксилол
	<i>p</i> -Диметилбензол, 1,4-диметилбензол	<i>p</i> -Ксилол
	Винилбензол	Стирол
	Изопропилбензол	Кумол
	1-Метил-4-изопропил- бензол	Цимол
	1,3,5-Триметилбензол	Мезитилен

*Примечание.* Приведенные в таблице тривиальные названия узаконены правилами ИЮПАК в качестве систематических.

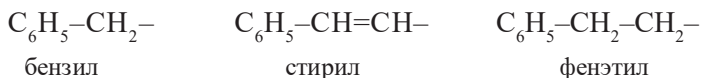
### 3.9.1.1. Одно- и двухвалентные радикалы со свободными валентностями у атомов углерода, входящих в кольцо (арилы, арилены)

Атом углерода со свободной валентностью обозначают цифрой 1. Наиболее распространенные радикалы называют следующим образом:

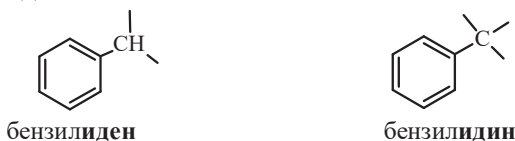


### 3.9.1.2. Одно- и многовалентные радикалы со свободными валентностями в боковой цепи

Сохраняются следующие тривиальные названия для радикалов с одной свободной валентностью в боковой цепи:



Двухвалентные и трехвалентные радикалы, образованные из одновалентных ациклических углеводородных радикалов отнятием одного или двух атомов водорода от атома углерода со свободной валентностью, обозначают, добавляя к названию соответствующего одновалентного радикала, имеющего суффикс **-ил**, суффиксы **-иден** или **-идин**.



### 3.9.2. Функциональные производные аренов

В систематической номенклатуре приняты два способа образования названий функциональных производных.

Первый способ основан на рассмотрении функциональной группы в качестве заместителя.

Чтобы обозначить функциональные группы, пользуются префиксами (табл. 27), причем перед префиксами указывают положение каждой функциональной группы, а затем приводят название ароматического углеводорода (арена).

Т а б л и ц а 27

**Функциональные группы производных аренов**

Группа		Класс соединений	Номенклатурные	
Формула	Название		префикс	суффикс или составляющая
–F	Фтор	Фториды	Фтор-	–
–OH	Гидроксил	Спирты, фенолы	Гидрокси-	-ол
–OR	Алкокси-	Простые эфиры	Метокси- и т. д.	–
–O–	Эпокси-	Окиси	Эпокси-	–
>C=O	Карбонил	Альдегиды, кетоны	Оксо- оксо-	-ал -он
–COOH	Карбоксил	Карбоновые кислоты	Карбокси-	-овая кислота (карбоксильная или карбоновая кислота)
–COOR	Сложно-эфирная карбалкокси	Сложные эфиры	Карбалкоккси-	–

Продолжение табл. 27

Группа		Класс соединений	Номенклатурные	
Формула	Название		префикс	суффикс или составляющая
$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{O}=\text{C} \\ \diagdown \\ \text{O} \\ \diagup \\ \text{O}=\text{C} \\ \diagdown \end{array}$	Ангидридная	Ангидриды кислот	—	... кислот ангидрид
—COCl	Карбонил-хлоридная	Хлорангидриды карбоновых кислот	—	-оил-хлорид (карбонил-хлорид)
—NH <sub>2</sub>	Амино-	Первичные амины	Амино-	-амин
—NH— —NHR	Имино-алкиламино-	Вторичные амины	Метиламино- и т. д.	—
—NH—NH—	Гидразо-	—	Гидразо-	—
—N=N—	Азо-	Азосоединения	Азо-	—
$\begin{array}{c} \text{—N}^+=\text{N—} \\   \\ \text{O}^- \end{array}$	Азокси-	Азоксисоединения	Азокси-	—
—CH=NH	Альдимино-	Алдимины	—	-имины
>C=NH	Кетимино-	Кетимины	—	-онимин
—CONH <sub>2</sub>	Карбамоил	Амиды карбоновых кислот	—	-амид (карбокса-амид)
—CONHR	Карбон-амидо-Карбон-алкамидо	N-Замещенные амиды карбоновых кислот	—	—

Группа		Класс соединений	Номенклатурные	
Формула	Название		префикс	суффикс или составляющая
$-\text{CONR}_2$	Карбонди-алкиламидо	N,N-Дизаме-щенные амиды карбоновых кислот	—	—
$-\text{C}\equiv\text{N}$	Циано-(нитрильная)	Нитрилы (цианиды)	Циано-	-нитрил
$-\text{N}=\text{O}$	Нитрозо-	Нитрозо-соединения	Нитрозо-	—
$-\text{NO}_2$	Нитро-	Нитро-соединения	Нитро-	—
$-\text{N}^+\equiv\text{N}$	Диазониевая	Диазосоединения, соли диазония	Диазо-	-дiazоний
$-\text{SH}$	Сульф-гидрильная	Меркаптаны (тиоспирты)	Меркапто-	-тиол
$-\text{SR}$	Алкилтио-	Сульфиды	Метилтио- и т. д.	-сульфид
$>\text{S}=\text{O}$	Сульфок-сидная	Сульфоксиды	—	-сульфоксид
	Сульфо-нильная	Сульфоны	—	-сульфон
	Сульфо-	Сульфоновые кислоты	Сульфо-	сульфоно-вая кислота (сульфо-кислота)



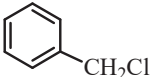
Второй способ заключается в добавлении к названию арена соответствующих префиксов или составляющих (см. табл. 27). Цифры, указывающие положение функциональных групп, согласно правилам ИЮПАК пишутся либо перед названием арена, либо, если в самом названии арена имеются суффиксы, обозначающие кратные связи, или требуется обозначить при помощи суффиксов присутствие нескольких различных функциональных групп, – перед каждым суффиксом. Присутствие функциональных групп влияет на выбор главной углеродной цепи и на нумерацию ее атомов. В качестве главной выбирается углеродная цепь, содержащая функциональную группу или наибольшее количество функциональных групп. При нумерации атом углерода, связанный с функциональной группой, должен обозначаться наименьшим локантом.

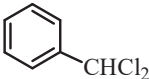
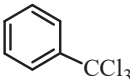
### 3.9.2.1. Галогенопроизводные

Для обозначения атомов галогенов в качестве заместителей по номенклатуре ИЮПАК используют префиксы **фторо-**, **хлоро-**, **бромо-** и **йодо-**; по Женевской номенклатуре – **фтор-**, **хлор-**, **бром-**, **йод-**. В полутривиальной номенклатуре исходят из названия радикала, связанного с атомом галогена, добавляя к нему суффиксы **-фторид**, **-хлорид**, **-бромид**, **-йодид** (табл. 28).

Т а б л и ц а 28

Названия некоторых ароматических галогенопроизводных

Структурная формула соединения	Название	
	по номенклатуре ИЮПАК	альтернативное
	1-Бром-4-хлорбензол	–
	1,2-Дийодбензол, о-дийодобензол	–
	(Хлорметил)бензол	Бензилхлорид, α-хлорфенилметан, α-хлортолуол

Структурная формула соединения	Название	
	по номенклатуре ИЮПАК	альтернативное
	(Хлорметил)бензол	Хлористый бензилиден, бензилиден хлорид, $\alpha,\alpha$ -дихлорфенилметан, $\alpha,\alpha$ -дихлортолуол
	(Трихлорметил)бензол	Бензотрихлорид, $\alpha,\alpha,\alpha$ -трихлортолуол

### 3.9.2.2. Серосодержащие соединения (кислоты, их производные, сульфоны, сульфоксиды, сульфиды)

Органические кислородосодержащие кислоты серы, в которых органическая часть непосредственно связана с серой, по заместительной системе обозначают, присоединяя к основе названия соединения составляющие **-сульфоновая кислота** – для соединений общей формулы  $\text{RSO}_3\text{H}$ , **-сульфиновая кислота** – для соединений  $\text{RSO}_2\text{H}$  и **-сульфеновая кислота** – для соединений  $\text{RSOH}$ .

Если в соединении присутствует другая группа, имеющая приоритет в обозначении в качестве главной, то названия органических кислородных кислот серы образуют, добавляя к основе названия соединения необходимый префикс (**сульфо-**, **сульфино-** или **сульфено-**).

В России сложилось так, что вместо составляющей **-сульфоновая кислота** используется суффикс **-сульфокислота**.

Сульфоновым и сульфиновым кислотам соответствуют производные, получаемые путем замещения гидроксильной группы, – галогенангидриды, сложные эфиры, амиды и гидразиды.

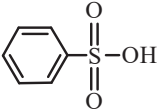
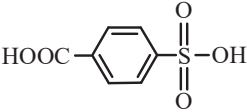
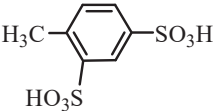
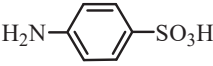
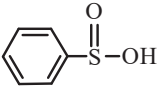
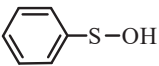
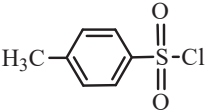
Сульфоны  $\text{RSO}_2\text{R}'$ , сульфиды  $\text{RSR}'$  и сульфоксиды  $\text{RSOR}'$  называют по аналогии с простыми эфирами, заменяя префикс **алкокси-** полным названием радикала с присоединением к нему префикса **сульфонил-**, **тио-** или **сульфинил-** соответственно.

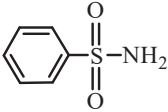
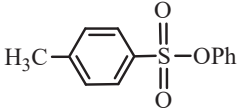
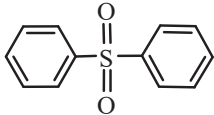
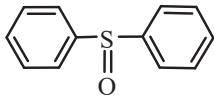
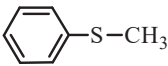


В радикально-функциональной системе используются суффиксы **-сульфон**, **-сульфид** и **-сульфоксид**, добавляемые к перечню радикалов R и R' (табл. 29).

Т а б л и ц а 29

**Названия некоторых ароматических серосодержащих соединений**

Структурная формула соединения	Название	
	по номенклатуре ИЮПАК	альтернативное
	Бензолсульфовая кислота, бензолсульфокислота	Сульфобензол
	4-Сульфобензойная кислота, <i>n</i> -сульфобензойная кислота	4-Сульфобензол-1-карбоновая кислота
	Толуол-2,4-ди- сульфовая кислота, толуол-2,4-ди- сульфокислота	4-Метилбензол-1,3-дисульфокислота, 4-метилбензол-1,3-ди- сульфовая кислота
	4-Амино-бензолсуль- фовая кислота, 4-амино-бензолсульфо- кислота	Сульфаниловая кислота, <i>n</i> -анилинсульфо- кислота
	Бензолсульфиновая кислота, сульфинобензол	—
	Бензолсульфеновая кислота, сульфенобензол	—
	4-Метилбензол-1- сульфохлорид	Хлорангидрид <i>n</i> -толуолсульфокислоты, <i>n</i> -толуолсульфохлорид

Структурная формула соединения	Название	
	по номенклатуре ИЮПАК	альтернативное
	Бензолсульфонамид, бензолсульфамид	Сульфамойлбензол
	Фенил- <i>p</i> -толуол- сульфонат	Фениловый эфир <i>p</i> -толуолсульфокислоты, фенилтозилат, фенил- <i>p</i> -толуолсульфонат
	Фенилсульфонилбензол	Дифенилсульфон
	Фенилсульфинилбензол	Дифенилсульфоксид, сульфинилдибензол
	Метилтиобензол	Метилфенилсульфид

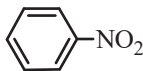
### 3.9.2.3. Азотосодержащие соединения

#### 3.9.2.3.1. Нитросоединения

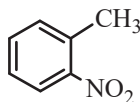
Эти соединения являются производными углеводородов, в которых один атом водорода или несколько атомов замещены на нитрогруппы  $-\text{NO}_2$ .

Для обозначения нитросоединений используют префикс **нитро-** и название соответствующего углеводорода.

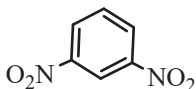
В тех случаях, когда это необходимо, положение нитрогруппы указывается цифрой.



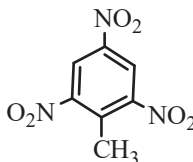
**нитробензол**



**1-метил-2-нитробензол или 2-нитротолуол**



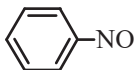
**1,3-динитробензол**



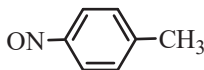
**1-метил-2,4,6-тринитробензол  
или 2,4,6-тринитротолуол**

### **3.9.2.3.2. Нитрозосоединения**

Функциональной группой нитрозосоединений является нитрозо-группа  $-\text{NO}$ . Для обозначения этих соединений используют префикс **нитрозо-** и название соответствующего углеводорода.



**нитрозобензол**



**1-метил-4-нитрозобензол  
или 4-нитрозотолуол**

### **3.9.2.3.3. Аминосоединения**

В зависимости от числа в аммиаке замещенных атомов водорода различают первичные ( $\text{RNH}_2$ ), вторичные ( $\text{R}_2\text{NH}$ ) и третичные ( $\text{R}_3\text{N}$ ) амины.

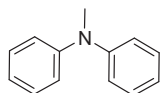
Первичные моноамины обозначают, добавляя суффикс **-амин** к названию радикала (радикально-функциональная система) или к названию основы соединения (заместительная система).

Первичные диамины и полиамины, в которых все аминогруппы присоединены к циклическому ядру, обозначают, добавляя суффиксы **-диамин**, **-триамин** и т. д. к названию основы соединения или к названию многовалентного радикала.

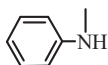
Симметричные вторичные и третичные амины обозначают, присоединяя к названию радикала префиксы **ди-** или **три-** соответственно и суффикс **-амин**.

Несимметричные вторичные и третичные амины  $\text{NHR}^1\text{R}^2$ ,  $\text{NR}^1\text{R}^2\text{R}^3$ ,  $\text{NR}^1_2\text{R}$ , если они не слишком сложны, называют как N-замещенные производные первичного амина. В качестве основы выбирают первичный амин с наиболее сложным радикалом.

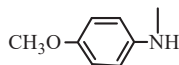
Группу  $-\text{NH}_2$ , если она не является главной группой, обозначают префиксом **амино-**. Радикалы  $\text{RNH}-$ ,  $\text{R}_2\text{N}-$ ,  $\text{R}^1\text{R}^2\text{N}-$  называют как замещенные аминогруппы.



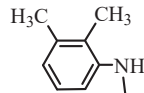
дифениламино-



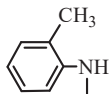
анилино-



*p*-анизидино-



2,3-ксилидино-



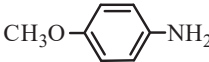
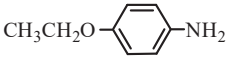
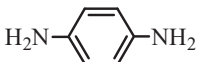
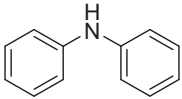
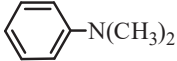
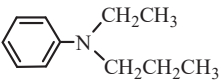
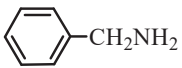
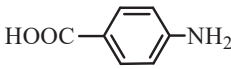
*o*-толуидино-

Примеры названий аминосоединений приведены в табл. 30.

Т а б л и ц а 30

### Названия некоторых ароматических аминов

Структурная формула соединения	Название	
	по номенклатуре ИЮПАК	тривиальное
	Фениламин, бензоламин, аминобензол	Анилин*
	(2-Метилфенил)амин, 2-метиланилин	<i>o</i> -Толуидин*
	(2,3-Диметилфенил)амин, 2,3-диметиланилин	2,3-Ксилидин*

Структурная формула соединения	Название	
	по номенклатуре ИЮПАК	тривиальное
	4-Метоксифениламин, 4-метоксианилин (или <i>p</i> -...)	<i>p</i> -Анизидин*
	4-Этоксифениламин, 4-этоксианилин (или <i>p</i> -...)	<i>p</i> -Фенетедин*
	1,4-Диаминобензол, 1,4-фенилендиамин	<i>p</i> -Фенилендиамин
	Дифениламин	—
	<i>N,N</i> -Диметиланилин, <i>N,N</i> -диметилфениламин, <i>N,N</i> -диметиламинобензол	Диметиланилин
	<i>N</i> -Этил- <i>N</i> -пропиланилин, <i>N</i> -пропил- <i>N</i> -этилфенил- амин	—
	Бензиламин	$\alpha$ -Аминотолуол
	2-Аминобензойная кислота (или <i>o</i> -...)	Антраниловая кислота

\* Названия приняты номенклатурой ИЮПАК как систематические.

#### 3.9.2.3.4. Аммониевые соединения

Соли и гидроокиси (гидроксиды), содержащие четырехвалентный азот  $R_4N^+X^-$  (причем радикалы могут быть тоже различными), называют по одному из следующих методов.

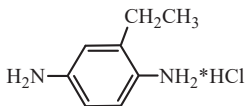
1. Соединение рассматривают как замещенную аммониевую соль или гидроокись и обозначают двумя существительными. В первом слове названия замещенных радикалов помещают перед составляющей «аммония», а второе слово – это название аниона:  $[C_6H_5CH_2N(CH_3)_3]^+OH^-$ , бензилтриметиламмония гидроксид;  $[C_6H_5CH_2NH(CH_3)_2]^+Cl^-$ , бензилдиметиламмония хлорид.

2. Если соединение можно рассматривать как производное основания, название которого не содержит суффикса **-амин**, то на четвертичный характер данного соединения указывают в первом слове, помещая аффиксы **-ий** после названия соответствующего основания. Замещающие группы обозначают префиксами, а второе слово – это название аниона:

$[C_6H_5NH_3]^+Cl^-$ , анилин**ий** хлорид (предпочтительнее, чем анилин гидрохлорид);

$[C_6H_5NH_3]^+HSO_4^-$ , анилин**ий** гидросульфат.

3. Если указанные выше методы не могут быть применены, то названия аммониевых соединений образуют следующим образом: после неизменного названия основания помещают название аниона или (в случае солей галогеноводородных кислот) составляющую **гидрофторид, гидрохлорид, гидробромид** или **гидройодид**.



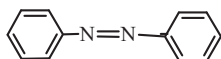
моногидрохлорид 2-этил-*n*-фенилендиамина

#### 3.9.2.3.5. Диазо- и азосоединения

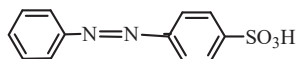
Соединения  $RN_2^+X^-$  называют, помещая аффиксы **-дiazоний** после названия соединения – основы  $RH$ , за которым следует название иона:  $C_6H_5N_2^+Cl^-$ , хлористый фенил**дiazоний**, хлорид бензол**дiazония**.

Азосоединения имеют общую формулу  $R-N=N-R'$ .

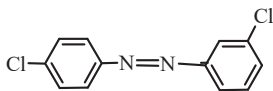
Моноазосоединения  $R-N=N-R$ , в которых азогруппа  $-N=N-$  связывает радикалы, образованные из одной и той же незамещенной молекулы основы, обозначают, помещая морфему **азо-** (без дефиса) перед названием этой основы. При нумерации атомов углерода кольца азогруппа обозначается наименьшим локантом.



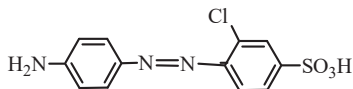
**азобензол**



**азобензол-4-сульфоновая кислота**

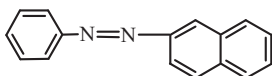


**3,4'-дихлоразобензол**

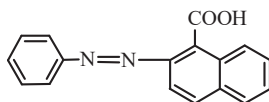


**4'-амино-2-хлоразобензол-4-сульфоновая кислота**

Моноазосоединения  $R^1N=NR^2$ , в которых азогруппа связывает радикалы, образованные из различных незамещенных молекул основ, обозначают, помещая морфему **-азо-** между полными названиями молекул основ. Если необходимы цифровые обозначения положения азогруппы, их помещают непосредственно перед морфемой **-азо-** либо перед предшествующим этой морфеме названием молекулы. Например:

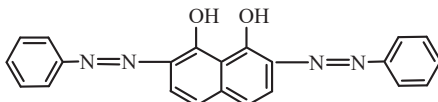


**нафталин-2-азобензол**  
**2-(фенилазо)нафталин**



**1-карбоксонафталин-2-азобензол**  
**(2-фенилазо)нафталин-1-карбоновая кислота**

Бисазосоединения и более сложные аналоги называют подобным же образом, последовательно перечисляя их компоненты начиная с более сложного конечного. В современной номенклатуре ИЮПАК диазогруппа обозначается как **-диазенил**.



**2,7-бис(бензолазо)-(нафталин-1,8-диол),**  
**2,7-бис(фенилдиазенил)-(нафталин-1,8-диол)**

Если азосоединение имеют общую формулу  $R-N=N-X$ , где  $X$  – не углеводородный радикал, а функциональная группа, то для ее обозначения используют морфему **-диазо-**.

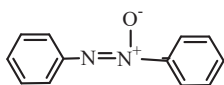
$C_6H_5-N=N-OH$ , бензол**диазо**гидроксид, бензол**диазо**гидрат;

$C_6H_5-N=N-CN$ , бензол**диазо**цианид;

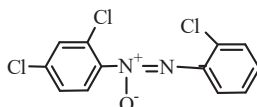
$C_6H_5-N=N-SO_3Na$ , натрий бензол**диазо**сульфат.

### 3.9.2.3.6. Азоксисоединения

Названия соединений общей формулой  $R-N=N^+-R$  образуют по тому же принципу, что и названия азосоединений, только морфема **-азо-** заменяется на морфему **-азокси-**.



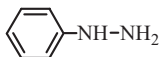
азоксибензол



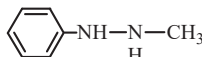
2,2',4'-трихлоразоксибензол

### 3.9.2.3.7. Гидразины и гидразосоединения

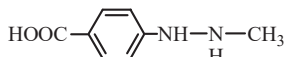
Соединения, образованные замещением водорода в гидразине группой, не являющейся ацилом, называют как замещенные производные гидразина или, если присутствует группа, имеющая приоритет в обозначении в качестве главной, с использованием морфемы **-гидразино-**. Атомы азота обозначаются как  $N$ ,  $N'$  или цифрами 1 и 2.



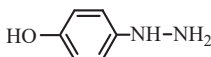
фенилгидразин



$N$ -метил- $N'$ -фенилгидразин,  
1-метил-2-фенилгидразин



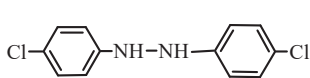
$n$ -( $N'$ -метилгидразино)бензойная  
кислота,  
 $n$ -2-метилгидразинобензойная  
кислота



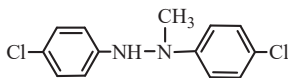
$n$ -гидразинофенол



Соединения с общей формулой  $R^1NHNHR^2$  могут быть названы с использованием методов, применяемых для названия азосоединений, но вместо морфемы **-азо-** применяют морфему **-гидразо-**.



4,4'-дихлоргидразобензол



4,4'-дихлор-N-метилгидразобензол

### 3.9.2.4. Фенолы

Гидроксипроизводные бензола или конденсированных ароматических систем называют путем добавления суффикса **-ол** к названию углеводородов. Если в соединении присутствует другая функциональная группа, которая по старшинству будет считаться главной, то гидроксильная группа обозначается префиксом **гидрокси-** (в русской терминологии – **окси-**).

Гидроксипроизводные бензола называют **фенолами**, которые могут быть одно-, двух-, трехатомными и более. Хотя в английском языке фенол допускается назвать *benzenol*, в русском языке добавление суффикса **-ол** к слову «бензол» звучит плохо, поэтому в отечественной литературе часто – даже в отсутствие более старшей группы – для обозначения гидроксила используется префикс *гидрокси-*. Также это относится к производным нафталина, антрацена и других конденсированных систем.

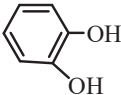
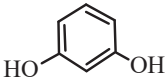
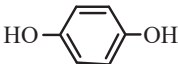
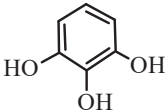
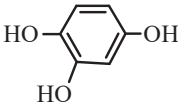
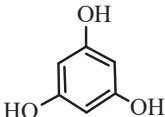
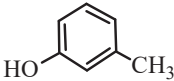
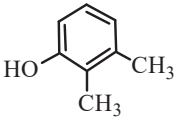
Для многих фенолов сохранились тривиальные названия, которые приняты номенклатурными правилами ИЮПАК как систематические (табл. 31).

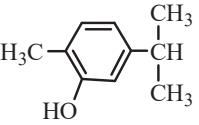
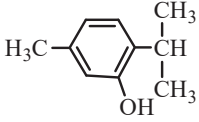
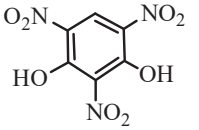
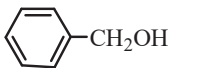
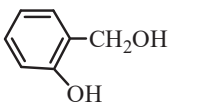
Т а б л и ц а 31

**Названия некоторых ароматических гидроксилсодержащих соединений**

Структурная формула соединения	Название		
	по номенклатуре ИЮПАК	альтернативное	тривиальное
	Гидроксибензол	Оксибензол	Фенол

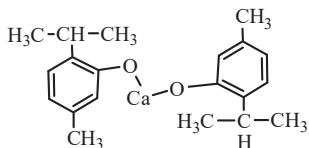
Продолжение табл. 31

Структурная формула соединения	Название		
	по номенклатуре ИЮПАК	альтернативное	тривиальное
	1,2-Дигидрокси- бензол	<i>o</i> -Диоксибензол	Пирокатехин
	1,3-Дигидрокси- бензол	<i>m</i> -Диоксибензол, <i>m</i> -дигидрокси- бензол	Резорцин
	1,4-Дигидрокси- бензен	<i>n</i> -Диоксибензол, <i>n</i> -дигидрокси- бензол	Гидрохинон
	1,2,3-Три- гидроксибензол	1,2,3-Три- оксибензол	Пирогаллол
	1,2,4-Три- гидроксибензол	1,2,4-Три- оксибензол	Оксигидрохинон
	1,3,5-Три- гидроксибензол	1,3,5-Три- оксибензол	Флороглюцин
	<i>m</i> -Метилфенол	3-Метил-1- гидроксибензол	<i>m</i> -Крезол
	2,3-Диметил- фенол	2,3-Диметил- гидроксибензол	2,3-Ксиленол

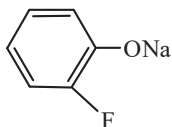
Структурная формула соединения	Название		
	по номенклатуре ИЮПАК	альтернативное	тривиальное
	5-Изопропил- 2-метилфенол	1-Метил-4-изо- пропил-2-гид- роксibenзол	Карвакрол
	2-Изопропил- 5-метилфенол	1-Метил-4-изо- пропил-3-гид- роксibenзол	Тимол
	2,4,6-Тринитро- 1,3-дигидокси- бензол	2,4,6-Тринитро- 1,3-диоксibenзол	Стифниновая кислота
	Фенилметанол	Бензолметанол	Бензиловый спирт
	2-Гидрокси- фенилметанол	2-Оксифенил- метанол, 2-гидрокси- бензолметанол	Салициловый спирт

### 3.9.2.4.1. Соли фенолов

Тривиальные названия солей фенолов по заместительной и радикально-функциональной системам образуют, заменяя суффикс **-ол** в названии фенола на суффикс **-олят**. Например:  $C_6H_5ONa$ , натрия фенолят;  $C_6H_5CH_2ONa$  натрия бензилалкоголят.



кальция ди(тимолят)



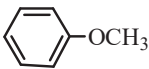
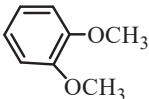
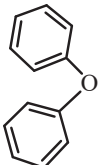
натрия *o*-фторфенолят

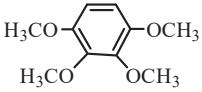
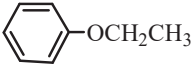
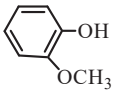
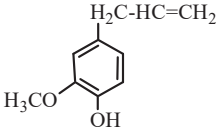
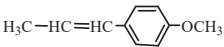
#### 3.9.2.4.2. Простые эфиры фенолов

Простые эфиры в номенклатуре ИЮПАК рассматриваются как углеводороды, замещенные алкоксигруппами RO–. Название алкоксигруппы производят из названия радикала R путем замены суффикса **-ил** на суффикс **-окси**. Согласно радикально-функциональной системе перед словом «эфир» перечисляют оба радикала, связанные с кислородом (табл. 32).

Т а б л и ц а 32

Названия некоторых ароматических эфиров

Структурная формула соединения	Название		
	по номенклатуре ИЮПАК	альтернативное	тривиальное
	Метоксибензол (заместительная система), метилфениловый эфир (радикально- функциональная система)	Метиловый эфир фенола	Анизол
	1,2-Диметокси- бензол	<i>o</i> -Диметокси- бензол, диметиловый эфир пирокатехина	Вератрол
	Феноксibenзол (заместительная система), дифениловый эфир (радикально-	Дифенилоксид	Фениловый эфир

Структурная формула соединения	Название		
	по номенклатуре ИЮПАК	альтернативное	тривиальное
	функциональная система)		
	1,2,3,4-Тетра- метоксибензол	—	—
	Этоксibenзол (заместительная система), фенилэтиловый эфир (радикально- функциональная система)	Этоксibenзол	Фенетол
	2-Метоксифенол	<i>o</i> -Метоксифенол, <i>o</i> -гидроксиме- токсibenзол	Гваякол
	4-Аллил-2- метоксифенол	4-Аллил-1-гид- рокси-2-метокси- бензол	Эвгенол
	<i>n</i> -Метокси- пропенилбензол	<i>n</i> -Пропенил- анизол	Анетол

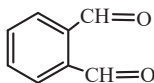
Приведенные в табл. 32 тривиальные названия ароматических эфиров, содержащие суффикс *-ол*, приняты номенклатурой ИЮПАК как систематические. Они имеют преимущество в использовании, поскольку отражают источник выделения называемых соединений.

### 3.9.2.5. Альдегиды, кетоны, кетены. Хиноны

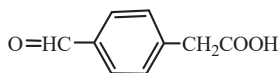
#### 3.9.2.5.1. Альдегиды

Название альдегида, в котором альдегидная группа  $-\text{CH}=\text{O}$  непосредственно присоединена к атому углерода циклической системы, образуют, добавляя суффикс **-карбальдегид** к названию циклической системы. Если в соединении присутствует более старшая группа, то альдегидная группа обозначается префиксом **формил-**.

Например:

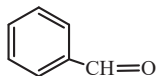


1,2-бензолдикарбальдегид

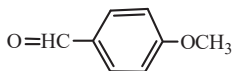


*p*-формилфенилуксусная кислота

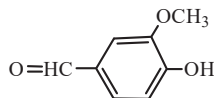
Некоторые тривиальные названия приняты номенклатурой ИЮПАК в качестве систематических:



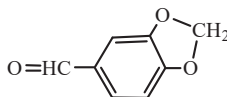
бензальдегид



*p*-анисальдегид

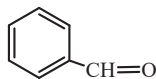


ванилин

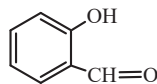


пиперональ

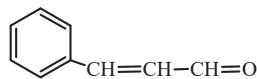
Название альдегида может быть образовано из тривиального названия соответствующей кислоты. Например:



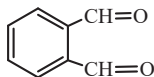
бензойный альдегид



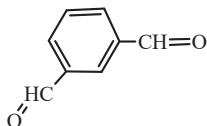
салициловый альдегид



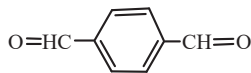
коричный альдегид



фталальдегид



изофталальдегид



терефталальдегид

### 3.9.2.5.2. Кетоны, кетены, хиноны

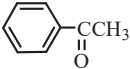
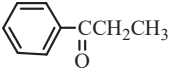
Согласно номенклатуре ИЮПАК количество кетонных карбонильных групп в молекулах к е т о н о в обозначается суффиксами **-он**, **-дион** (дикетоны), **-трион** (трикетоны) и т. д., добавляемыми к названию соответствующего углеводорода. При этом кетонные карбонильные углеродные атомы считаются составными частями углеродного скелета. Радикально-функциональная система обозначения названий кетонов основана на перечислении названий радикалов R и R' перед словом «кетон».

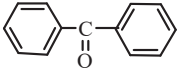

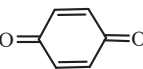
Соединения, содержащие структурную единицу  $>C=C=O$ , называются к е т е н а м и. Обычно их рассматривают как продукты замещения радикалами одного или двух атомов водорода в кетене  $H_2C=C=O$  по аналогии с радикально-функциональной системой обозначения кетонов. По заместительной системе данные соединения рассматриваются как производные этенона.

Соединения, в которых две карбонильные группы связаны в цикл двумя цепями сопряженных двойных связей типа  $[-CH=CH-]_n$ , где  $n = 0, 1, 2$  и т. д., причем  $n$  не обязательно одно и то же число для обеих цепей, называются х и н о н а м и. Обычно хиноны обозначают исходя из наименований ароматических циклов, получаемых при замене обеих карбонильных групп группами  $-OH$  (табл. 33).

Т а б л и ц а 33

**Систематические и тривиальные названия  
некоторых ароматических кетонов, кетенов и хинонов**

Структурная формула соединения	Название		
	заместительное	радикально- функциональное	тривиальное
	1-Фенилэтан-1-он	Метилфенил- кетон	Ацетофенон*, гипнон
	1-Фенилпро- пан-1-он	Этилфенилкетон	Пропиофенон

Структурная формула соединения	Название		
	заместительное	радикально- функциональное	тривиальное
	Дифенилметанон	Дифенилкетон	Бензофенон*
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}(=\text{O})\text{CH}=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_5$	1,3-Дифенил- 2-пропенон	Фенилцин- намилкетон	Халкон, бензальацетон, бензилиден- ацетофенон (рациональная система)
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}(=\text{O})\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5$	1,2-Дифенил- этанон	Фенилбензил- кетон	Дезокси- бензоин*
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}(=\text{O})=\text{CH}_2$	2-Фенилэтенон	Фенилкетен	—
$\text{O}=\text{C}-\text{CH}=\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{C}=\text{O}$	2,2'-(1,4-Фенилен) диэтенон	<i>n</i> -Фенилен- бискетен	—
	1,2-Бензохинон, циклогекса- 3,5-диен-1,2-дион	—	<i>o</i> -Хинон
	1,4-Бензохинон, (2,5-циклогекса- диен-1,4-дион	—	<i>n</i> -Хинон

\* Эти тривиальные названия приняты номенклатурой ИЮПАК как систематические.

В присутствии группы, имеющей приоритет перед карбонильной, последнюю обозначают в соединении префиксами **оксо-**, **диоксо-** и т. д. или используют название карбонилсодержащего радикала.



Такими радикалами являются:

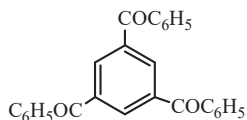
а) ацильные радикалы (например: ацетил-, валерил-, гексаноил-, бензоил-);

б) оксо-замещенные радикалы;

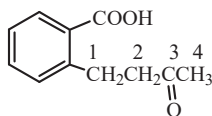
в) некоторые радикалы, имеющие тривиальные названия.

Тривиальные названия радикалов:  $\text{CH}_3\text{COSH}_2-$ , ацетонил;  $\text{CH}_3\text{COSH}=$ , ацетонилидин;  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COSH}_2-$ , фенацил;  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COSH}=$ , фенацилиден.

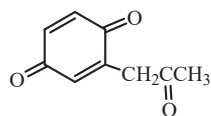
Названия некоторых соединений:



1,3,5-трибензоил-  
бензол



2-(3-оксобутил)-  
бензойная кислота



2-ацетонил-  
1,4-бензохинон

### 3.9.2.6. Карбоновые кислоты и их производные

К карбоксильным кислотам относятся соединения, содержащие в молекуле одну карбоксильную группу  $-\text{COOH}$  или несколько таких групп. В соответствии с числом последних различают одно-, двух-, трехосновные карбоновые кислоты и т. д. Термин «карбоновые кислоты» принят правилами ИЮПАК.

По номенклатуре ИЮПАК название кислоты образуют двумя способами.

Согласно первому способу к названию соответствующего углеводорода добавляют составляющую **-овая кислота**. В случае двухосновных карбоксильных кислот — **-диовая кислота** и т. д.

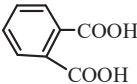
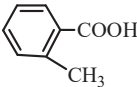

Согласно второму способу карбоксильная группа рассматривается в качестве заместителя в соответствующем углеводороде. В этом случае к названию углеводорода добавляют составляющие **-карбоновая кислота**, **-дикарбоновая кислота** и т. д.

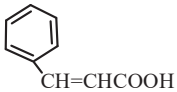
Для обозначения карбоксильных кислот широко используются тривиальные названия. Если в соединении присутствует более старшая группа, то карбоксильная группа обозначается префиксом **карбокси-**.

Радикалы  $RC(O)-$ , полученные отнятием  $OH$ -группы от карбоксильной, называются ацилами. Систематические названия ацилов образуют добавлением суффиксов **-оил** или **-карбонил** к названию соответствующего углеводорода. Так же образуют и тривиальные названия, разрешенные правилами ИЮПАК (табл. 34).

Т а б л и ц а 34

**Названия некоторых ароматических карбоновых кислот и их ацилов**

Структурная формула кислоты	Название		Тривиальное название ацила
	по номенклатуре ИЮПАК	тривиальное	
	Фенилметановая, бензолкарбоновая	Бензойная	Бензоил
	<i>o</i> -Бензолдикарбоновая, бензол-1,2-дикарбоновая	<i>o</i> -Фталевая (фталевая)	Фталоил
	<i>m</i> -Бензолдикарбоновая, бензол-1,3-дикарбоновая	<i>m</i> -Фталевая (изофталевая)	Изофталоил
	<i>p</i> -Бензолдикарбоновая, бензол-1,4-дикарбоновая	<i>p</i> -Фталевая (терефталевая)	Терефталоил
	<i>o</i> -Метилбензойная, <i>o</i> -метилбензолкарбоновая	<i>o</i> -Толуиловая	<i>o</i> -Толуоил
	Фенилэтановая, фенилметанкарбоновая	Фенилуксусная	Фенилацетил
	3-Фенилпропановая, 2-фенил-1-этанкарбоновая	$\beta$ -Фенилпропионовая, бензилуксусная	3-Фенилпропионил

Структурная формула кислоты	Название		Тривиальное название ацила
	по номенклатуре ИЮПАК	тривиальное	
	3-Фенилпропе- новая	Коричная	Циннамоил

### 3.9.2.6.1. Анионы, соли карбоксильных кислот и сложные эфиры

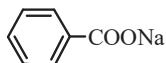
При отнятии протона от карбоксильной группы образуется анион, при нейтрализации которого катионом получается соль карбоновой кислоты. Название аниона образуют, заменяя в названии соответствующей кислоты составляющую **-овая кислота** суффиксом **-оат**, или используют суффикс **-карбоксилат** вместо словосочетания «карбоновая кислота». В тривиальных названиях кислот, принятых в качестве систематических, используют суффиксы **-оат** или **-ат** (например: фталат, циннамат).

Группа  $\text{—COO}^-$  называется карбоксилатной.

Название нейтральных солей карбоновых кислот образуют, перечисляя названия катиона (катионов), а затем аниона. Если имеются различные кислотные остатки в одной структуре, то может быть использован суффикс **-карбоксилат** для обозначения ионной группы  $\text{—COO}^-$ .

Названия кислых солей карбоновых кислот образуют так же, как и названия нейтральных солей. Наличие иона водорода обозначают аффиксом **гидро-**, **дигидро-** и т. д., помещаемым между названием катиона и названием аниона.

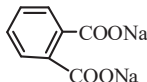
Примеры:



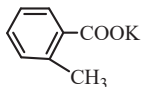
натрия фенилметаноат  
(натрия бензол**карбоксилат**)



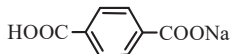
калия 3-фенилпропаноат



натрия бензол-1,2-дикарбоксилат (фталат натрия)

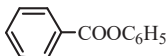


калия *o*-метилбензоат (*o*-толуилат калия)

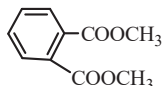


натрия *p*-карбоксибензоат (гидротерефталат натрия)

Названия нейтральных эфиров карбоновых кислот образуют таким же образом, как и названия их нейтральных солей, только вместо катиона указывают алкильный или арильный радикал. Например:



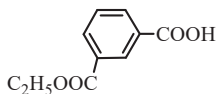
фенилбензолкарбоксилат  
(фенилбензоат)



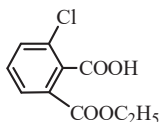
диметил-*o*-бензолдикарбоксилат  
(диметилфталат)

Названия кислых эфиров карбоновых кислот образуют аналогично названиям нейтральных эфиров. По правилам заместительной системы данные соединения можно рассматривать как производные карбоновой кислоты, поскольку карбоксильная группа является старшей по сравнению со сложноэфирной.

Примеры:



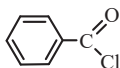
3-карбэтоксibenзойная кислота (этилизфталат)



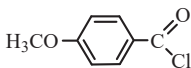
2-хлор-6-карбэтоксibenзойная кислота

### 3.9.2.6.2. Галогенангидриды, ангидриды, амиды карбоксильных кислот

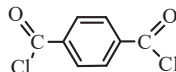
Галогенангидриды – это соединения, в карбоксильной группе которых гидроксильная группа заменена галогеном. Данные соединения обозначают, помещая название соответствующего галогена после названия ацильного радикала. Например:



бензоилхлорид

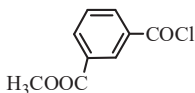


*n*-анизоилхлорид

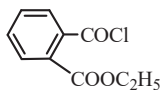


терефталойлдихлорид

Если в соединении присутствует более старшая группа, то для названия галогенангидрида используются аффиксы **-фторкарбонил-**, **-хлоркарбонил-** и т. д. Например:

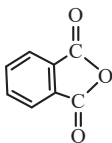


метил-3-хлоркарбонилбензоат

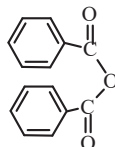


этил-*o*-хлоркарбонилбензоат

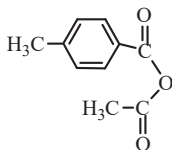
Различают симметричные и несимметричные ангидриды карбоксильных кислот. Названия симметричных ангидридов образуют, добавляя слово **ангидрид** к прилагательному от названия соответствующей кислоты. Названия несимметричных (смешанных) ангидридов образуют от названий обеих кислот, перечисляемых в алфавитном порядке или в порядке возрастания сложности.



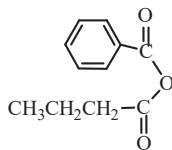
фталевый ангидрид



бензойный ангидрид



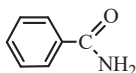
*n*-толуилоксусный ангидрид



бензойномасляный ангидрид

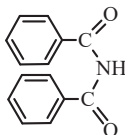
Соединения, содержащие одну, две или три ацильные группы, присоединенные к атому азота, носят общее название **амиды**. Соединения только с одной ацильной группой называются первичными амидами, содержащие две ацильные группы – вторичными амидами, а содержащие три ацильные группы – третичными амидами.

Названия первичных амидов, в которых группа  $-\text{NH}_2$  не замещена, образуют от систематических названий соответствующих кислот, заменяя составляющую **-овая кислота** суффиксом **-амид** или составляющую **-карбоновая кислота** – суффиксом **-карбоксамид**. Также в русском языке допускается называть амиды как **амид ... кислоты**.

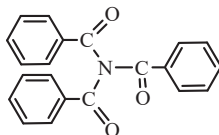


бензамид,

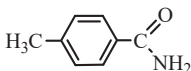
бензол**карбоксамид**



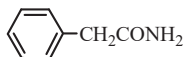
дибензамид



трибензамид



4-метилбензамид,  
**амид *n*-толуиловой кислоты**



фенилметан**карбоксамид**,  
2-фенилацетамид,  
**амид фенилуксусной кислоты**

N-Замещенные амиды называют, указывая расположение заместителя при атоме азота:

$\text{C}_6\text{H}_5\text{CONHCH}_3$  – N-метилбензамид;

$\text{C}_6\text{H}_5\text{CON}(\text{CH}_3)_2$  – N,N-диметилбензамид;

$\text{C}_6\text{H}_5\text{N}(\text{COCH}_3)_2$  – N-фенилдиацетамид.

В названиях N-фенилзамещенных амидогрупп сохраняется суффикс **-анилид**, и он может быть использован таким же путем, как и суффикс **-амид**.

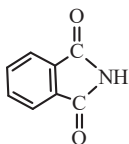
Например:

$\text{CH}_3\text{CONHC}_6\text{H}_5$  – ацет**анилид**;

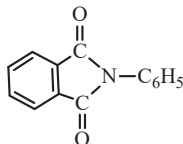
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CON}(\text{CH}_3)\text{C}_6\text{H}_5$  – N-метилбенз**анилид**.

При замене гидроксильных двух карбоксильных групп двухосновной кислоты на иминогруппу  $>\text{NH}$  получают имиды соответствующих кислот.

Например:



фтал**имид**, *о*-бензолд**икарбоксимид**  
**имид** *о*-фталевой кислоты



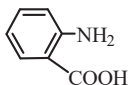
*N*-фенилфтал**имид**

### 3.9.2.6.3. Аминокислоты

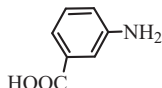
Аминокислоты можно рассматривать как замещенные карбоновые кислоты, в углеводородном радикале которых один атом водорода или несколько его атомов замещены на аминогруппы. Названия данных соединений образуют путем добавления префикса **амино-** к названию соответствующей кислоты, так как карбоксильная группа является более старшей.

Многие аминокислоты имеют тривиальные названия, принятые номенклатурой ИЮПАК как систематические.

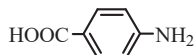
Примеры:



*о*-аминобензойная,  
*о*-аминобензол-  
карбоновая,  
антралиловая  
кислота



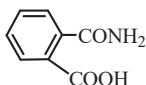
*м*-аминобензойная,  
*м*-аминобензол-  
карбоновая,  
метаниловая  
кислота



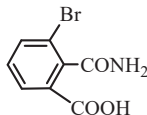
*п*-аминобензойная,  
*п*-аминобензол-  
карбоновая  
кислота

### 3.9.2.6.4. Фталаминовые кислоты

Если одна из двух карбоксильных групп в двухосновной ароматической карбоновой кислоте замещена на карбоксамидную группу  $-\text{CONH}_2$ , то такие кислоты называются **а м и н о в ы м и**. Их обозначают, заменяя суффикс в тривиальном названии дикарбоновой кислоты составляющей **-аминовая кислота**. С другой стороны, по номенклатуре ИЮПАК данные соединения можно обозначать как производные карбамоилзамещенной бензойной кислоты, поскольку карбоксильная группа является старшей. Например:



фталаминовая кислота,  
2-карбамоилбензойная кислота



3-бромфталаминовая кислота,  
2-карбамоил-3-бромбензойная кислота

### 3.9.2.6.5. Фенолкарбоновые кислоты

Фенолкарбоновые кислоты – это ароматические оксикислоты, содержащие в ядре гидроксильные группы (табл. 35).

Т а б л и ц а 35

Названия некоторых ароматических фенолкарбоновых кислот,  
их алкоксипроизводных и ацильных радикалов

Структурная формула кислоты	Название		
	по номенклатуре ИЮПАК	тривиальное	
		кислоты	ацильного радикала
	2-Гидроксiben- зойная (или <i>o</i> -...)	Салициловая	Салицилоил
	4-Метоксибен- зойная (или <i>p</i> -...)	Анисовая	Анизоил
	4-Гидрокси- 3-метокси- бензойная	Ванилиновая	Ванилоил

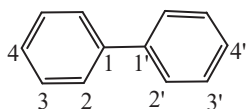


Структурная формула кислоты	Название		
	по номенклатуре ИЮПАК	тривиальное	
		кислоты	ацильного радикала
	3,4-Диметокси- бензойная	Вератровая	Вератроил
	3,4-Метилен- диоксибензойная	Пиперониловая	Пиперонилоил
	3,4-Дигидрокси- бензойная	Протокатеховая	Протокатехоил
	2-Метил-4,5-ди- гидроксибензойная	Орселлиновая	Орселлилоил
	3,4,5-Тригидрокси- бензойная	Галловая	Галлоил

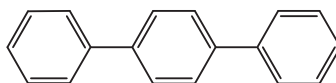
### 3.9.3. Полиядерные ароматические соединения

#### 3.9.3.1. Соединения с изолированными бензольными ядрами

Углеводороды, в которых два бензольных кольца и более связаны простой связью, в соответствии с числом колец называют **би-, тер-, кватер-** и т. д. фенилами, например:



**бифенил**

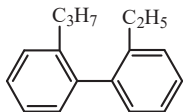


**n-терфенил**

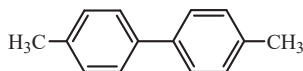
Соединения, содержащие циклические ядра и алифатические цепи, называют по одному из следующих способов:

1) если углеводород не имеет общепринятого тривиального названия, то название радикала, представляющего боковую цепь, помещают перед названием циклического углеводорода;

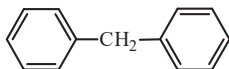
2) тривиальное название циклического углеводорода помещают перед названием алифатического соединения.



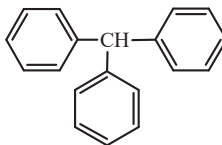
2-этил-2'-пропилбифенил



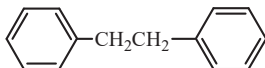
4,4'-диметилбифенил



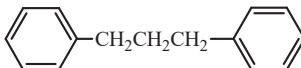
дифенилметан



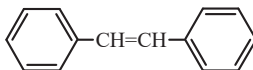
трифенилметан



1,2-дифениэтан,  
дибензил



1,3-дифенилпропан

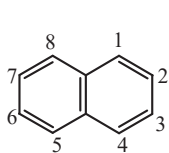


1,2-дифениэтен,  
стильбен

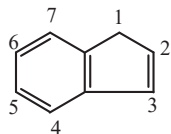
### 3.9.3.2. Конденсированные ароматические системы

Названия полициклических углеводородов с максимально возможным числом некумулированных двойных связей имеют суффикс **-ен**, но в случае нафталина в русском языке принято использовать суффикс **-ин**.

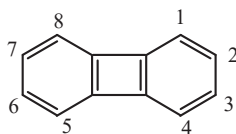
Ниже приводятся принятые систематические названия наиболее часто встречающихся соединений.



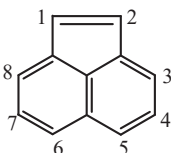
**нафталин**



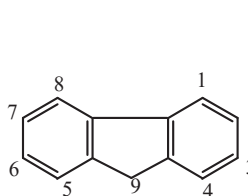
**инден**



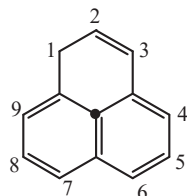
**бифенилен**



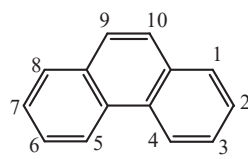
**аценафтилен**



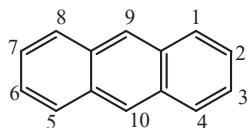
**флуорен**



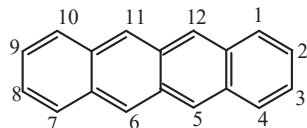
**фенален**



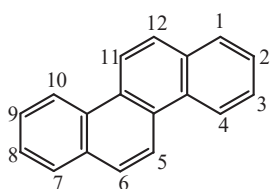
**фенантрэн**



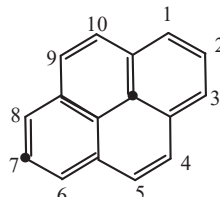
**антрацен**



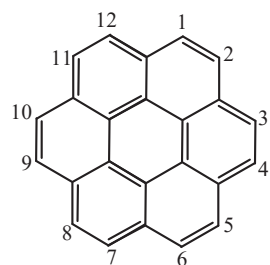
**нафтацен (тетрацен)**



**хризен**



**пирен**



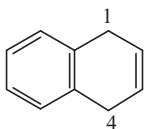
**коронен**

Для нумерации формулу полициклической системы располагают так, чтобы наибольшее число колец находилось в горизонтальном ряду, а максимальное число остальных колец располагалось выше или вправо от горизонтального ряда. Систему, ориентированную таким образом, нумеруют по часовой стрелке, начиная от находящегося в самом верхнем кольце атома углерода, не являющегося общим для конденсированных колец. Атомы, общие для двух колец и более, при нумерации пропускаются. Для фенантрена и ант-

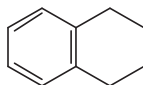
рацена приняты исключения из указанных выше правил, поэтому в них атомы углерода нумеруются иначе.

Названия *орто*-конденсированных или *орто*- и *пери*-конденсированных полициклических углеводородов, в которых число некумулированных двойных связей меньше максимально возможного, образуют с помощью префиксов **дигидро**-, **тетрагидро**- и т. д., за которым следует название соответствующего невосстановленного углеводорода (аддитивная система).

Например:

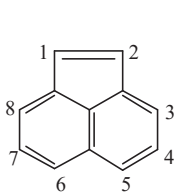


1,4-дигидронафталин

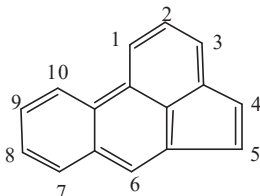


1,2,3,4-тетрагидронафталин

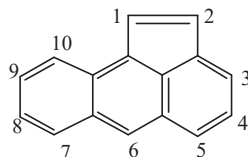
Префикс **пергидро**- обозначает полную гидрогенизацию. Как исключение сохраняются следующие названия:



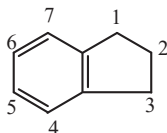
аценафтен  
(аценафилен)



ацефенантрен  
(ацефенантрилен)



ацеантрен  
(ацеантрилен)



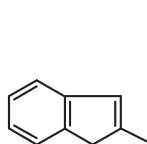
индан

### 3.9.3.2.1. Одно- и двухвалентные радикалы

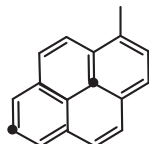
Одновалентные радикалы от *орто*-конденсированных или *орто*- и *пери*-конденсированных полициклических углеводородов (в названиях которых присутствует суффикс **-ен**), полученные

отнятием атома водорода от ароматического или алициклического кольца, называют путем замены суффикса **-ен** в названии углеводорода на суффикс **-енил**.

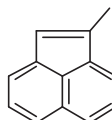
Например:



2-инденил

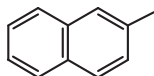


1-пиренил

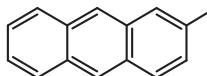


1-аценафтенил

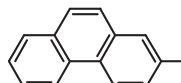
Исключение составляют следующие названия:



2-нафтил



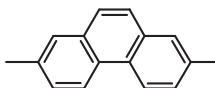
2-антрил



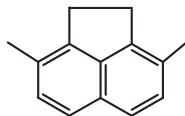
2-фенантрил

Названия двухвалентных радикалов, полученных из *орто*-конденсированных или *орто*- и *пери*-конденсированных полициклических углеводородов посредством отнятия атома водорода от каждого из двух различных углеродных атомов в кольце, образуют, заменяя суффикс **-ил** в названии одновалентного радикала на суффикс **-илен**.

Например:



2,7-фенантрилен


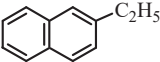
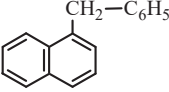
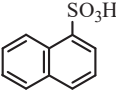
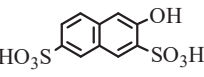
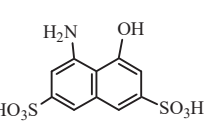
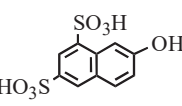
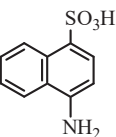


3,8-аценафтенилен

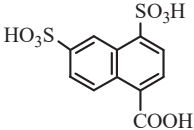
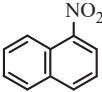
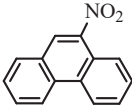
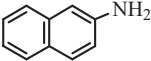
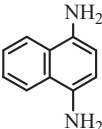
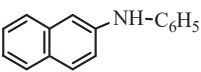
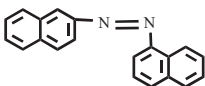
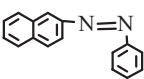
### 3.9.3.2.2. Функциональные производные систем с конденсированными ядрами

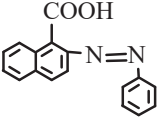
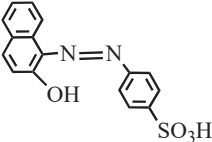
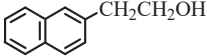

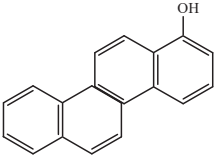
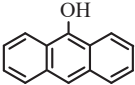
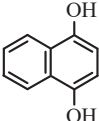
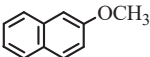
Принципы построения названий функциональных производных соединений с конденсированными ядрами аналогичны принципам построения названий функциональных производных бензолов (табл. 36).

**Названия некоторых производных нафталина  
и других конденсированных углеводородов**

Структурная формула соединения	Название		
	по номенклатуре ИЮПАК	альтернативное	тривиальное
	1-Метилнафталин	$\alpha$ -Метилнафталин	—
	2-Этилнафталин	$\beta$ -Этилнафталин	—
	1-Бензилнафталин	$\alpha$ -Бензилнафталин	—
	Нафталин-1-сульфо- новая кислота	$\alpha$ -Нафталин- сульфокислота	—
	2-Гидроксинаф- талин-3,6-дисуль- фовая кислота	2-Оксинафталин- 3,6-дисуль- фокислота	Р-кислота
	1-Гидрокси-8- аминонафталин- 3,6-дисульфоно- вая кислота	1-Окси-8- аминонафталин- 3,6-дисульфо- кислота	Н-кислота
	2-Гидрокси- нафталин-6,8- дисульфовая кислота	2-Оксинафталин- 6,8-дисульфо- кислота	Г-кислота
	4-Аминонафта- лин-1-сульфоно- вая кислота	4-Амино- нафталин- сульфокислота	Нафтионовая кислота

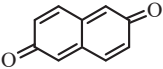
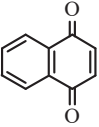
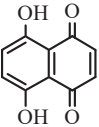
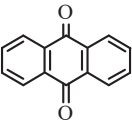
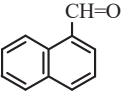
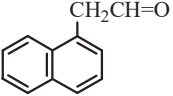
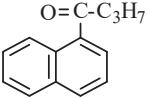
Продолжение табл. 36

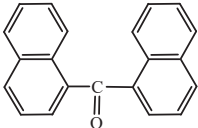
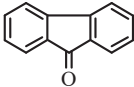
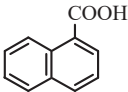
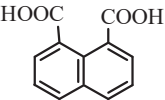
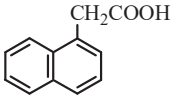
Структурная формула соединения	Название		
	по номенклатуре ИЮПАК	альтернативное	тривиальное
	4,6-Дисульфо-1-нафтойная кислота	—	—
	1-Нитронафталин	α-Нитронафталин	—
	10-Нитро-фенантрен	—	—
	2-Нафтиламин, нафталин-2-амин	β-Нафтиламин, 2-аминонафталин	—
	Нафталин-1,4-диамин	1,4-Диамино-нафталин	—
	N-Фенилнафтил-2-амин	(Фенил)(2-нафтил)амин	—
	1,2'-Азонафталин	α,β-Азонафталин	—
	Нафталин-2-азобензол	α-Нафтилазобензол	—

Структурная формула соединения	Название		
	по номенклатуре ИЮПАК	альтернативное	тривиальное
	1-Карбоксинаф- талин-2-азобен- зол	—	—
	<i>n</i> -(2-Гидрокси- 1-нафтилазо)бен- золсульфо- новая кислота	<i>n</i> -(2-Окси- 1-нафталин- азо)бензолсуль- фо кислота	—
	2-(2-Нафтил) этанол	Нафталин-2- этанол	—
	1-Гидроксинаф- талин	$\alpha$ -Оксинафталин	$\alpha$ -Нафтол
	1-Гидроксихризен	1-Оксихризен	—
	9-Антрол, 9-гидроксиантрацен	9-Оксиантрацен	—
	1,4-Дигидрокси- нафталин	1,4-Диокси- нафталин, нафталин-1,4- диол	$\alpha$ -Нафто- гидрохинон
	2-Метоксинаф- талин	—	Неролин



Продолжение табл. 36

Структурная формула соединения	Название		
	по номенклатуре ИЮПАК	альтернативное	тривиальное
	2,6-Нафтохинон	—	Амфинафто- хинон
	1,4-Нафтохинон	—	Нафтохинон
	5,8-Дигидрокси- 1,4-нафтохинон	5,8-Диокси- 1,4-нафтохинон	Нафтазарин
	9,10-Антрахинон	—	Антрахинон
	Нафталин- 1-карбальдегид	1-Формилнаф- талин	—
	(1-Нафтил)аце- тальдегид (заместительная система), 1-нафталинаце- тальдегид (соединительная система)	$\alpha$ -Нафтилэтаналь	$\alpha$ -Нафтил- ацетальдегид
	1-Бутиронафтон, 1-(1-нафтил)бу- тан-1-он	1-Бутироилнафтон	$\alpha$ -Нафтил- пропилкетон

Структурная формула соединения	Название		
	по номенклатуре ИЮПАК	альтернативное	тривиальное
	1,1-Динафтил- кетон	—	—
	9-Флуоренон	9-Оксофлуорен	Дифенилен- кетон
	Нафталин-1-кар- боновая кислота	—	$\alpha$ -Нафтойная кислота
	Нафталин-1,8-ди- карбоновая кислота	—	Нафталева кислота
	1-Нафтилуксусная кислота (заместительная система), нафталин-1-ук- сусная кислота	1-Нафталинок- сусная кислота, нафталин-1- уксусная кислота	—

### 3.10. ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

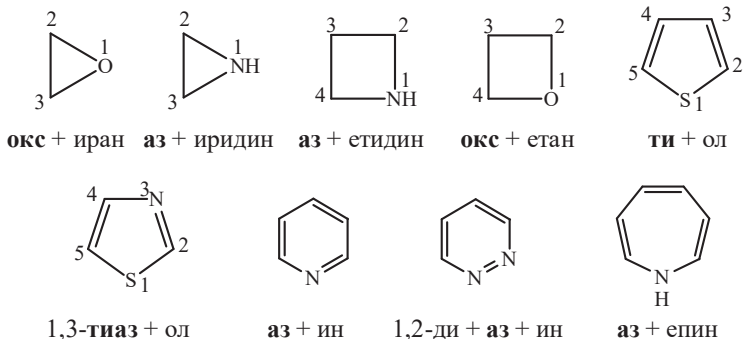
Гетероциклической называется любая циклическая молекула, содержащая в цикле наряду с углеродными атомами по меньшей мере один неуглеродный атом – гетероатом.

### 3.10.1. Моноциклические соединения

Наряду с систематическими названиями гетероциклических соединений правилами ИЮПАК узаконено множество названий тривиальных.

По номенклатуре ИЮПАК названия гетероциклических соединений образуют в соответствии с системой Ганча – Видмана. Размер цикла (количество всех атомов в кольце) указывается в корне слова (табл. 37), природа гетероатома – префиксами **окс-** (кислород), **ти-** (сера), **аз-** (азот). Префиксы **диокс-**, **дити-**, **диаз-** означают наличие двух атомов кислорода, серы или азота. Если в соединении имеются два различных гетероатома или более, то они перечисляются в порядке старшинства ( $O > S > N$ ). Так, при наличии одного атома кислорода и одного атома азота употребляется префикс **оксаз-**, а при наличии одного атома серы и одного атома азота – префикс **тиаз-**.

Нумерация цикла начинается с гетероатома и ведется таким образом, чтобы положение заместителей или других гетероатомов было указано наименьшими локантами. Если в цикле присутствует несколько гетероатомов, то они указываются в порядке старшинства ( $O > S > N$ ).



Названия гетероциклических соединений, ненасыщенность которых меньше, чем ненасыщенность, соответствующая максимальному возможному числу некумулированных двойных связей, получают с помощью префиксов **дигидро-**, **тетрагидро-** (табл. 38).

**Морфемы для построения названий  
гетероциклических соединений**

Количество всех атомов в кольце	Ко- рень	Латин- ская основа корня	Суффиксы			
			для обозначения циклов, содержащих азот		для обозначения циклов, не содержащих азот	
			ненасы- щенных*	насы- щенных*	ненасы- щенных*	насы- щенных*
3	<b>ир</b>	tri	<b>ирин</b>	<b>иридин</b>	<b>ирен</b>	<b>иран</b>
4	<b>ет</b>	tetra	<b>ет</b> (етин***)	<b>етидин</b>	<b>ет</b> (етен***)	<b>етан</b>
5	<b>ол</b>	pyrrol	<b>ол</b> (олин***)	<b>олидин</b>	<b>ол</b> (олен***)	<b>олан</b>
6	<b>ин/ан</b>	pyridin	<b>ин</b>	* *	<b>ин</b>	<b>ан</b>
7	<b>еп</b>	hepta	<b>епин</b>	* *	<b>епин</b>	<b>епан</b>
8	<b>оц/ок</b>	octa	<b>оцин</b>	* *	<b>оцин</b>	<b>окан</b>
9	<b>он</b>	nona	<b>онин</b>	* *	<b>онин</b>	<b>онан</b>
10	<b>ец/ек</b>	deca	<b>ецин</b>	* *	<b>ецин</b>	<b>екан</b>

\* В соответствии с максимальным числом двойных связей (исключая кумулированные двойные связи).

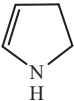


\*\* К названию родоначального ненасыщенного соединения добавляется префикс **пергидро-**.

\*\*\* Для 4- и 5-членных гетероциклов с одной двойной связью.

Насыщение указывается также посредством добавления латинской прописной прямой светлого начертания буквы Н с цифрой перед ней, обозначающей положение замещения, к названию исходного ненасыщенного соединения.

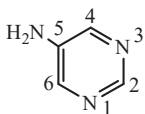
В случае 4- или 5-членных циклов для структур, содержащих одну двойную связь, применяют специальные названия (см. в табл. 37 суффиксы для обозначения как содержащих, так и не содержащих азот циклов, отмеченные тремя астерисками).

## Названия некоторых гетероциклических соединений

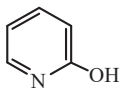
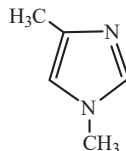
Тип названия	Соединение		
			
По номенклатуре ИЮПАК	2,3-Дигидроазол	4Н-оксин	3Н-1,2-дiazол
Тривиальное	2,3-Дигидропиррол	4Н-пиран	3Н-пиразол

Для замещенных гетероциклов названия строятся так же, как для замещенных ароматических углеводородов.

Например:

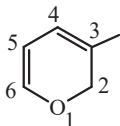


5-амино-1,3-дiazин

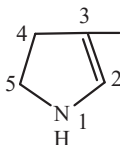
2-оксазин,  
2-оксипиридин1,4-диметил-1,3-дiazол,  
1,4-диметил-имидазол

При образовании одновалентных радикалов к названию гетероцикла добавляется суффикс **-ил**, а в качестве префикса – цифра, указывающая положение свободной валентности.

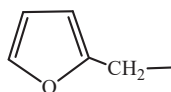
Например:



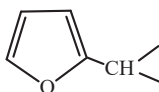
2-Н-пиран-3-ил

2-пирролин-3-ил  
(цифра 2 указывает положение  
двойной связи)

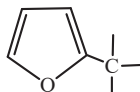
Согласно правилам ИЮПАК сохраняются следующие тривиальные названия гетероциклических соединений:



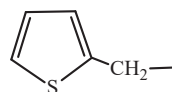
фурфурил



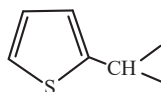
фурфуриден



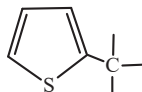
фурфуридин



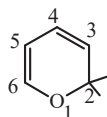
тенил



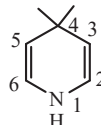
тенилиден



тенилидин



2Н-пиран-2-илиден



1,4-дигидро-4-пиридилиден

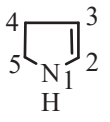
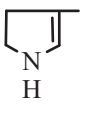
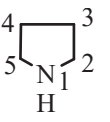
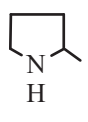
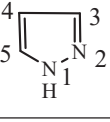
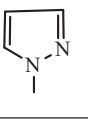
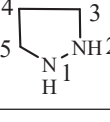
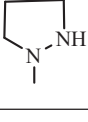
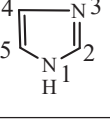
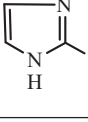
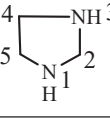
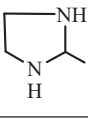
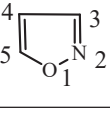
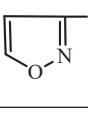
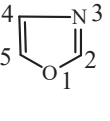
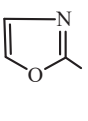
Названия наиболее важных гетероциклических соединений и их одновалентных радикалов приведены в табл. 39.

Т а б л и ц а 39

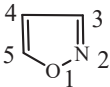

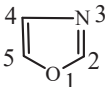

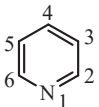

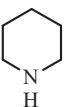
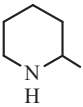
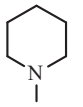
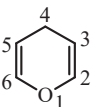

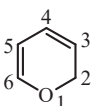

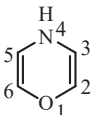

**Наиболее важные гетероциклические соединения  
и их одновалентные радикалы**

Структурная формула соединения	Название соединения		Структурная формула радикала	Название радикала
	по номен-клатуре ИЮПАК	тривиальное		
Пятичленные гетероциклические соединения				
	Оксол	Фуран*		3-Фурил*
	Тиол	Тиофен*		2-Тиенил*
	Азол	Пиррол*		Пирролил* (3-изомер)

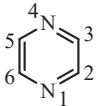

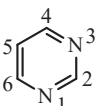

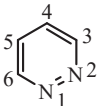

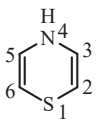
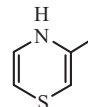
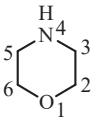
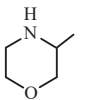

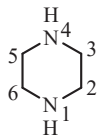
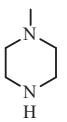
Продолжение табл. 39

Структурная формула соединения	Название соединения		Структурная формула радикала	Название радикала
	по номен- клатуре ИЮПАК	тривиальное		
	Азолин	2-Пирролин**		2-Пирролин- 3-ил**
	Азолидин	Пирролидин**		Пирролидин- 2-ил**
	1,2-Диазол	Пиразол*		Пиразол-1-ил*
	—	Пиразолидин**		Пиразолидин- 1-ил**
	1,3-Диазол	Имидазол*		Имидазол-2- ил*
	—	Имидазо- лидин**		Имидазоли- дин-2-ил**
	1,2-Оксазол	Изоксазол*		Изоксазол-3- ил
	1,3-Оксазол	Оксазол		Оксазол-2-ил

Продолжение табл. 39

Структурная формула соединения	Название соединения		Структурная формула радикала	Название радикала
	по номенклатуре ИЮПАК	тривиальное		
	1,2-Тиазол	Изотиазол*		Изотиазол-3-ил*
	1,3-Тиазол	Тиазол		Тиазол-2-ил
Шестичленные гетероциклические соединения				
	Азин	Пиридин*		3-Пиридил
	Пергидроазин	Пиперидин**		2-Пиперидил**
				1-Пиперидил (пиперидино**) (1-изомер)
	4-Н-Оксин	γ-Пиран, 4-Н-пиран*		4-Н-Пиран-3-ил*
	2-Н-Оксин	α-Пиран, 2-Н-пиран*		2-Н-Пиран-3-ил*
	4-Н-1,4-Оксазин	Оксазин		Оксазин-3-ил



Структурная формула соединения	Название соединения		Структурная формула радикала	Название радикала
	по номен- клатуре ИЮПАК	тривиальное		
	1,4-Диазин	Пиразин*		Пиразинил*
	1,3-Диазин	Пиримидин*		2-Пиримидинил*
	1,2-Диазин	Пиридазин*		Пиридазинил* (2-изомер)
	4-Н-1,4- Тиазин	Тиазин		Тиазинил (3-изомер)
	Тетра-гидро- 1,4-оксазин	Морфолин**		Морфолин- 3-ил**
				Морфолин- 4-ил (морфолино)
	Пергидро- 1,4-диазин	Пиперазин**		Пиперазин- 1-ил

\* Название принято номенклатурой ИЮПАК и используется в качестве основы для образования сложных названий.

\*\* Название принято номенклатурой ИЮПАК, но не используется в качестве основы для образования сложных названий.

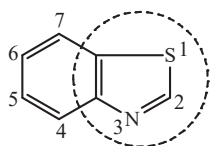
Названия двухвалентных радикалов получают путем добавления суффикса **-иден** к названию соответствующего одновалентного радикала.

### 3.10.2. Полициклические соединения

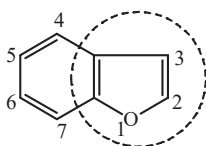
Названия полициклических соединений образуют по следующим правилам.

1. Корнем слова выступает название цикла, содержащего гетероатом, а название сконденсированного с ним цикла используют как префикс.

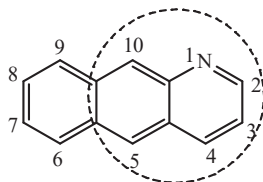
Преимущество отдается наибольшему гетероциклу, имеющему простое название.



бензотиазол

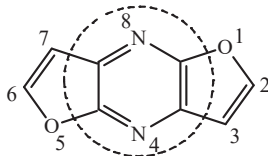


бензофуран

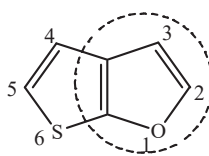


бензохинолин

2. Если в соединении присутствует цикл, содержащий два гетероатома или более, то азотосодержащий цикл имеет преимущество перед кислородосодержащим, а он, в свою очередь, – перед серосодержащим. Однако при нумерации кислород обозначается наименьшей цифрой.



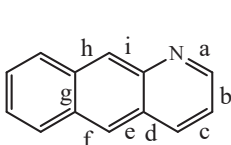
дифуропиразин



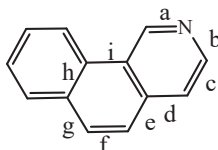
тиенофуран

3. Для указания положений, которыми соединены циклы, грани соединения-основы помечаются строчными курсивными светлого

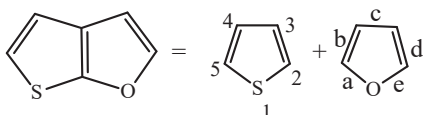
начертания латинскими буквами (*a, b, c, d, e, f...*) начиная со связи 1,2, а цикл-префикс нумеруют так, чтобы связи и атомы, по которым происходит соединение, получили самые первые буквы и наименьшие цифры.



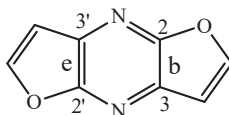
бензо[*g*]хинолин  
(соединение по связи *g*)



бензо[*h*]изохинолин

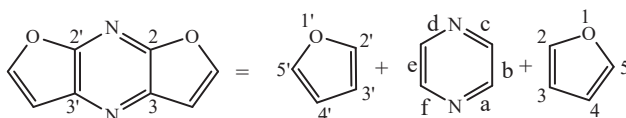


тиено[2,3-*b*]фуран



дифуро[2,3-*b*:2',3'-*e*]пирозин

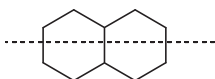
Изомерная структура дифуро[2,3-*b*:2',3'-*e*]пирозина такова:



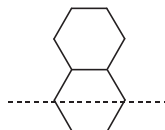
дифуро[2,3-*b*:3',2'-*e*]пирозин

4. Для нумерации периферии полициклических соединений написанную структуру следует правильно ориентировать в соответствии с определенными правилами:

а) наибольшее количество циклов должно располагаться на горизонтальной оси:

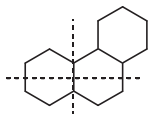


правильная ориентация

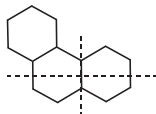


неправильная ориентация

б) при наличии нескольких циклов максимальное их количество должно быть расположено как можно выше справа над горизонтальной осью:

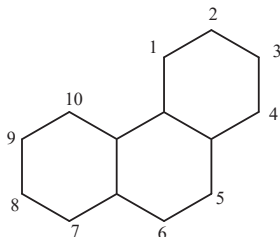


правильная ориентация

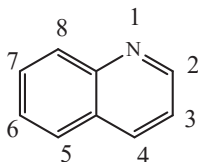


неправильная ориентация

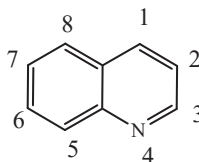
в) нумерацию начинают с цикла, расположенного справа вверх на наибольшем удалении, и ведут в направлении движения часовой стрелки, минуя места соединения цикла:



При прочих равных условиях циклы следует ориентировать так, чтобы гетероатом был обозначен наименьшей цифрой.



правильная ориентация

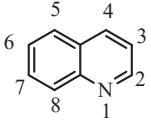
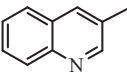
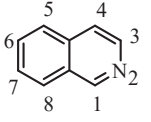
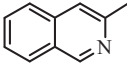
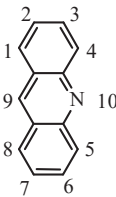
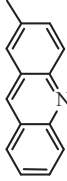
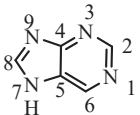
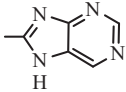


неправильная ориентация

Названия наиболее важных полигетероциклических соединений и их одновалентных радикалов приведены в табл. 40.

**Наиболее важные полигетероциклические соединения  
и их одновалентные радикалы**

Структурная формула соединения	Название соединения		Структурная формула радикала	Название радикала
	по номен- клатуре ИЮПАК	тривиальное		
	Бензо[ <i>b</i> ]фуран	Бензофуран		2-Бензофурил*
	Бензо[ <i>b</i> ]тиофен	Тионафтен		1-Бензотио- фен-2-ил
	Бензо[ <i>b</i> ]пиррол	Индол*		1-Индол-1-ил*
	Бензо[ <i>b</i> ]индол	Карбазол*		Карбазол-2-ил*
	2Н-Хромен	$\alpha$ -Хромен		2-Н-Хромен- 2-ил
	4Н-Хромен	$\gamma$ -Хромен		4-Н-Хромен- 3-ил

Структурная формула соединения	Название соединения		Структурная формула радикала	Название радикала
	по номен- клатуре ИЮПАК	тривиальное		
	Бензо[ <i>b</i> ]пири- дин	Хинолин*		Хинолин-3-ил*
	Бензо[ <i>c</i> ]пири- дин	Изохинолин		3-Изохинолил*
	Дибензо[ <i>b,e</i> ]пи- ридин	Акридин*,**		Акридин-2- ил*,**
	Имидазо- [4,5- <i>d</i> ]пири- мидин	Пурин*,**		Пурин-8-ил*,**

\* Название принято правилами ИЮПАК и может использоваться в качестве основы для образования сложных названий.

\*\* Исключение из систематического способа нумерации.

Таким образом, по сравнению с номенклатурой углеводов номенклатура гетероциклических соединений является более сложной и иерархичной, что требует особенного внимания при обозначении таких соединений и их производных.

## 4. ОБОЗНАЧЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ИЗОМЕРОВ (СТЕРЕОИЗОМЕРОВ)

В разделах 1–3 данного учебного пособия изложены правила, по которым составляются названия, характеризующие *химическое строение* органических соединений.

В данном разделе рассматриваются правила составления обозначений *пространственного строения* органических соединений с учетом их конфигураций и конформаций.

Стереοизомеры (пространственные изомеры) могут быть классифицированы по внутренней энергии (табл. 41 на стр. 158).

### 4.1. ЭНАНТИОМЕРЫ


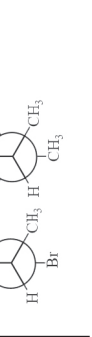
Энантиомеры можно подразделить по имеющимся в молекуле элементам хиральности или соответствующим классам хиральности (табл. 42).

Т а б л и ц а 42

Элементы и классы хиральности

Элемент	Класс
Центр хиральности	Центровая хиральность
Ось хиральности	Аксиальная хиральность
Плоскость хиральности	Планарная хиральность

Классификация стереоизомеров по внутренней энергии

Внутренняя энергия изомеров	Обозначение стереоизомеров			Примеры структурных формул стереоизомеров
Одинаковая (изомеры обладают одинаковыми физическими и химическими свойствами, за исключением свойства оптического вращения)	Энантиомеры	Конфигурационные изомеры	Асимметрические соединения	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$
	Конформационные изомеры	Атропомеры		
Разная (изомеры обладают различными физическими и химическими свойствами)	Диастереомеры	Конфигурационные изомеры	Геометрические изомеры	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{Br} \\ \backslash \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{Br} \quad \text{H} \end{array}$
		Конформационные изомеры	Диастереомеры	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \quad \text{OH} \\   \quad   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{COOH} \\   \quad   \\ \text{NH}_2 \quad \text{OH} \end{array}$
	Конформационные изомеры	Конформеры		



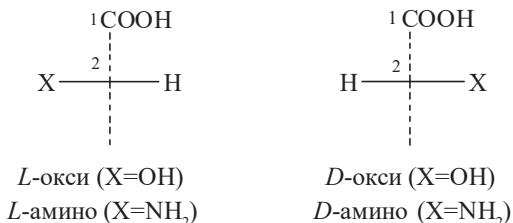
### 4.1.1. Соединения, обладающие центром хиральности

Если асимметрический атом углерода находится в центре хирального геометрического расположения атомов, то он образует центр хиральности.

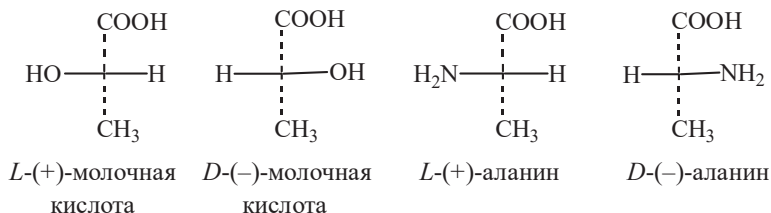
*D/L*-система является самой простой и наиболее старой, однако и ныне широко применяемой системой обозначения оптических антиподов. Она основана на сравнении проекционной формулы называемого антипода с проекционной формулой «ключевого» соединения. Обозначение конфигураций по *D/L*-системе удобно для образования названий гомологов аминокислот, оксикислот и углеводов.

#### 4.1.1.1. $\alpha$ -Амино- и $\alpha$ -оксикислоты

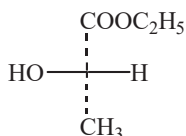
Для  $\alpha$ -окси- и  $\alpha$ -аминокислот «ключом» является верхняя часть их проекционных формул, с которой начинается нумерация.



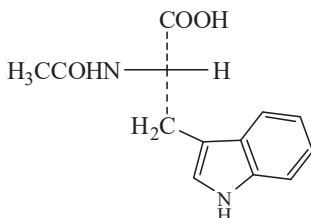
Конфигурацию всех кислот, имеющих OH-группу слева, обозначают буквой *L* с дефисом (от англ. *left* – левая сторона), если же OH-группа расположена справа – буквой *D* с дефисом (от англ. *dexter* – правая сторона). После этих букв помещается знак вращения, а затем – систематическое название.



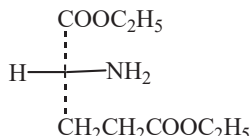
Соли и производные аминокислот обозначаются тоже с помощью прописных светлого начертания курсивных букв с дефисом *L*- и *D*-, причем эти буквы ставятся перед названием соединения-основы или его радикала.



этил-*L*-лактат



ацетил-*L*-триптофан

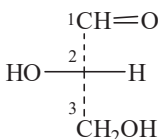


диэтил-*D*-глутамат

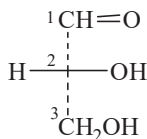
Номенклатура аминокислот с несколькими хиральными центрами рассмотрена в подразделе 4.2.1.1.3.

#### 4.1.1.2. Простейшие углеводы

Родоначальниками ряда углеводов являются энантиомеры глицеринового альдегида.



*L*-(-)-глицериновый  
альдегид



*D*-(+)-глицериновый  
альдегид

*D*-изомером называется изомер, имеющий OH-группу справа у хирального центра.

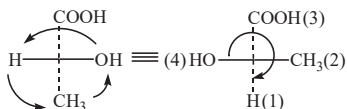
*L*-изомер, соответственно, имеет OH-группу слева.

Принято следующее условие: вещества, которые можно получить из *D*-глицеринового альдегида путем надстройки углеродной цепи со стороны альдегидной группы, относятся к *D*-ряду. Аналогичное положение применимо и к *L*-ряду.

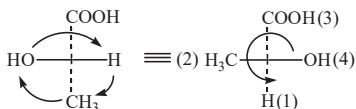
Номенклатура более сложных углеводов рассматривается в подразделе 4.2.1.1.1.



заместителей будет уменьшаться по часовой стрелке (*R*-) или против часовой стрелки (*S*-).



*R*-молочная кислота



*S*-молочная кислота

Представить формулу в необходимом виде или преобразовать ее – не всегда просто. Поэтому были введены дополнительные правила, которые позволяют использовать непреобразованные формулы.

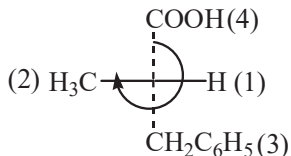
*Правило 1.* Определяя обозначение по проекционной формуле Фишера, в которой младший заместитель (об определении старшинства заместителей см. ниже) располагается внизу или вверху, по модели с удаленными «нечетными» (1 или 3) заместителями или с приближенными «четными» (2 или 4) заместителями, применяют обычное правило: *R*-обозначение используют в том случае, если падение старшинства заместителей происходит по часовой стрелке; если падение старшинства заместителей происходит против часовой стрелки, используют *S*-обозначение.



*R*-молочная кислота

*Правило 2.* Определяя обозначение по проекционной формуле Фишера, в которой младший заместитель стоит сбоку, по модели с удаленными «четными» (2, 4) заместителями или с приближенными «нечетными» (1, 3) заместителями, применяют обратное правило: если падение старшинства заместителей происходит по часовой стрелке, используют *S*-обозначение; если падение стар-

шинства заместителей происходит против часовой стрелки, используют *R*-обозначение.



*S*- $\alpha$ -метилгидрокориновая кислота

Старшинство заместителей определяется приведенными ниже правилами *A–Г*.

*Правило А.* Заместители располагаются в порядке уменьшения атомного номера атомов, непосредственно связанных с хиральным центром.

*Правило Б.* Старшинство изотопов убывает с уменьшением их массового числа.

*Правило В.* Старшинство заместителей, содержащих атомы при двойной или тройной связи, определяется после прибавления одного или двух атомов соответственно к атомам при кратных связях.

Например:



*Правило Г.* Если в заместителях атомы, непосредственно связанные с хиральным центром, одинаковы, то для определения старшинства заместителей следует переходить ко второму «слою», а в случае необходимости – к третьему и т. д.

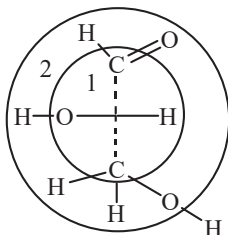
В табл. 43 приведено по возрастающей старшинство наиболее часто встречающихся заместителей.

**Заместители, расположенные в порядке возрастания  
их старшинства**

№ п/п	Заместитель	№ п/п	Заместитель
1	Водород	23	<i>n</i> -Толил
2	Метил	24	<i>n</i> -Нитрофенил
3	Этил	25	<i>m</i> -Толил
4	<i>n</i> -Пропил	26	3,5-Ксилил
5	<i>n</i> -Бутил	27	<i>m</i> -Нитрофенил
6	<i>n</i> -Пентил	28	2,5-Динитрофенил
7	<i>n</i> -Гексил	29	Пропин-1-ил
8	Изопентил	30	<i>o</i> -Толил
9	Изобутил	31	2,6-Ксилил
10	Аллил	32	Тритил
11	Неопентил	33	<i>o</i> -Нитрофенил
12	Проп-2-инил	34	2,4-Динитрофенил
13	Бензил	35	Формил
14	Изопропил	36	Ацетил
15	Винил	37	Бензоил
16	<i>Втор</i> -бутил	38	Карбоксил
17	Циклогексил	39	Метоксикарбонил
18	Проп-1-енил	40	Этоксикарбонил
19	<i>Трет</i> -бутил	41	Бензилоксикарбонил
20	Изопропенил	42	<i>Трет</i> -бутоксикарбонил
21	Ацетиленил	43	Амино
22	Фенил	44	Аммониио

№ п/п	Заместитель	№ п/п	Заместитель
45	Метиламино	61	Фенокси
46	Этиламино	62	Гликозилокси
47	Фениламино	63	Формилокси
48	Ацетиламино	64	Ацетокси
49	Бензоиламино	65	Бензоилокси
50	Бензоилоксикарбониламино	66	Метилсульфинилокси
51	Диметиламино	67	Метилсульфонилокси
52	Диэтиламино	68	Фтор
53	Триметиламино	69	Меркапто
54	Фенилазо	70	Метилтио
55	Нитрозо	71	Метилсульфинил
56	Нитро	72	Метилсульфонил
57	Гидрокси	73	Сульфо
58	Метокси	74	Хлор
59	Этокси	75	Бром
60	Бензилокси	76	Йод

Рассмотрим в качестве примера глицериновый альдегид.



Для определения старшинства заместителей при хиральном центре выделяется первый «слой». На основе атомных номеров устанавливаем, что  $\text{OH} > \text{H}$ , так как  $8 > 1$ . Для определения старшинства остальных групп выделяем второй «слой»;  $\text{CH}=\text{O}$  в сумме дает  $1 + 8 + 8 = 17$ , а  $\text{CH}_2\text{OH} - 1 + 1 + 8 = 10$ , отсюда следует, что  $\text{CH}=\text{O} > \text{CH}_2\text{OH}$ .

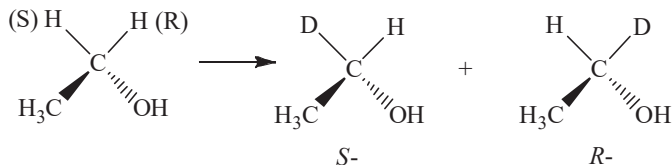
В целом общая последовательность будет такой:  $\text{OH} > \text{CH}=\text{O} > \text{CH}_2\text{OH} > \text{H}$ .

Часто встречаются случаи, когда абсолютная конфигурация какого-либо хирального центра не известна. Для обозначения хиральных центров с относительной конфигурацией используются дискрипторы:  $R^*/S^*$ .

#### 4.1.1.3.2. Обозначение прохиральности

Если в ансамбле заместителей замена одного из них приводит к возникновению хиральности, это говорит о том, что исходный ансамбль прохирален.

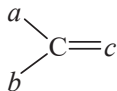
Пример – энантиотопные атомы водорода.



Если замена одного из парных заместителей на более старший заместитель приводит к  $R$ -хиральности, то исходный заместитель называют про- $R$ -заместителем и обозначают буквой  $R$ .

Если замена парного заместителя на более старший приводит к  $S$ -хиральности, то исходный заместитель называют про- $S$ -заместителем и обозначают буквой  $S$ .

Энантиотопность системы типа



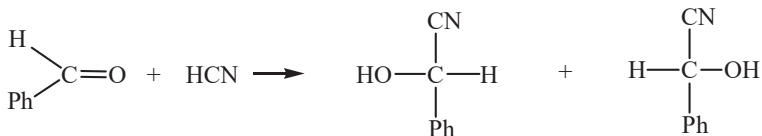
может быть обозначена также на основе системы Кана – Ингольда – Прелога.



Если расположение заместителей в порядке старшинства  $a > b > c$  соответствует движению по часовой стрелке, то сторону, с которой они видны в такой последовательности, называют *re*-стороной. При возрастании старшинства против часовой стрелки используют обозначение *si*-стороны.



Пример:



стороны плоскости  
энантиомерны

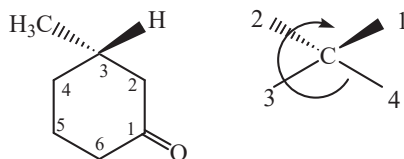
атака с фронтальной  
(*re*-) стороны

атака с тыльной  
(*si*-) стороны

#### 4.1.1.3.3. Циклические соединения

Конфигурация циклических соединений обозначается по выше-приведенным правилам.

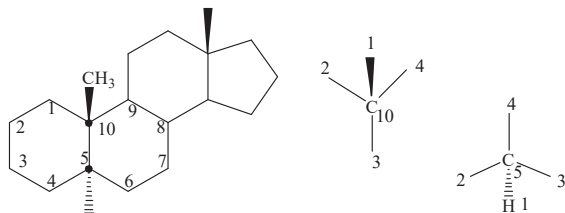
Пример:  $\text{C}(\text{O})\text{CH}_2 > \text{CH}_2 > \text{CH}_3 > \text{H}$ .



*S*-3-метилциклогексанон

Применяется обратное правило, так как младший заместитель расположен впереди.

Для  $\text{C}_{10}$ :  $\text{C}_9 > \text{C}_5 > \text{C}_1 > \text{CH}_3$ ; для  $\text{C}_5$ :  $\text{C}_{10} > \text{C}_6 > \text{C}_4 > \text{H}$ .



10,13-Диметилциклопентанопергидрофенантрен

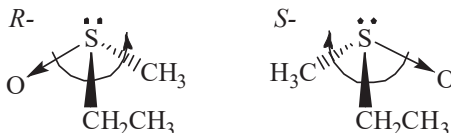
Конфигурация при  $C_{10}$  –  $S$ , так как применяется обращенное правило. Конфигурация при  $C_5$  –  $R$ ; эта конфигурация выводится по обычному правилу, так как младший заместитель удален. Полное название соединения:  $5R,10S$ -10,13-диметилциклопентанопергидрофенантрен.

#### 4.1.1.3.4. Соединения с неуглеродным хиральным центром

Помимо атома углерода центрами хиральности могут быть и другие четырехсвязные асимметрические атомы других элементов (Si – в силанах; N – в четвертичных аммониевых солях и аминоксидах; P – в фосфониевых солях и фосфиноксидах). Конфигурация этих соединений может быть обозначена по  $R/S$ -системе с применением тех же правил старшинства.

Правила старшинства (Кана – Ингольда – Прелога) могут быть применены и к трехсвязным пирамидальным атомам (P – в фосфинах; S – в сульфониевых солях и сульфоксидах) при условии, что свободную электронную пару мысленно заменяют на «призрачный» самый младший заместитель с нулевым порядковым номером.

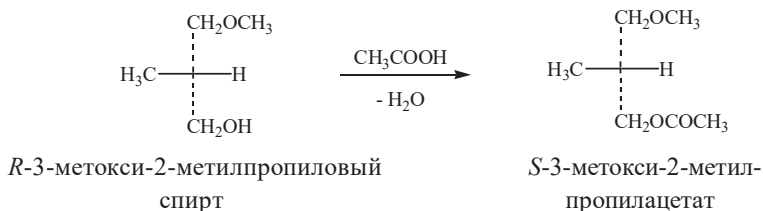
Обозначим, например, конфигурацию этилметилсульфида:



Мы рассмотрели применение двух номенклатурных систем для обозначения конфигурации соединений с хиральным центром, каждая из которых имеет свои недостатки. Так, по  $R/S$ -системе

конфигурация изменится в случае реакции, в которой происходит обращение конфигурации, так что систему нужно применять к каждому соединению, принимающему участие в реакции.

Например:

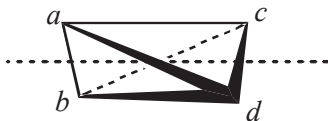


Таким образом, в некотором отношении *D/L*-система более удобна для описания асимметрических реакций, а *R/S*-система – для описания конфигурации отдельных хиральных центров.

Поскольку принципы выбора *D/L*- и *R/S*-обозначений совершенно различны, совпадение *R* с *D* и *S* с *L* может быть чисто случайным.

#### 4.1.2. Соединения, обладающие осью хиральности

Если в молекуле четыре группы *a*, *b*, *c*, *d* попарно расположены на одной оси и не лежат в одной плоскости, то при условии, что *a* ≠ *b* и *c* ≠ *d*, возникает энантиомерия. Указанная ось называется хиральной.

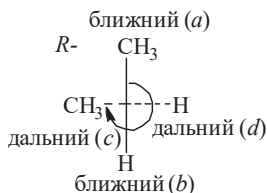


При установлении старшинства в алленах, алкилиденциклоалканах, спирах и замещенных дифенилах считают, что два заместителя, лежащие ближе к наблюдателю, априори старше удаленных, а затем определяют старшинство заместителей.

Диметилаллен, например, имеет *R*-конфигурацию независимо от выбора точки наблюдения:

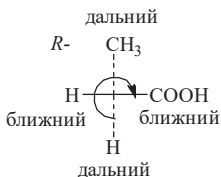
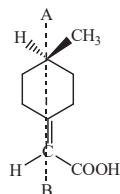


Вид из точки А

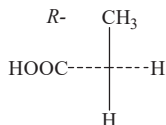


Вид из точки В

4-Метилциклогексиденуксусная кислота имеет следующую конфигурацию:

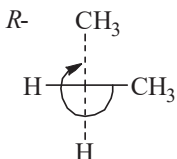
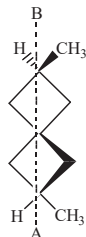


Вид из точки А

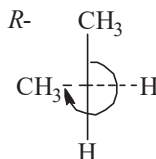


Вид из точки В

Конфигурация 2,6-диметилспиро-[3,3]-гептана тоже не зависит от точки наблюдения:

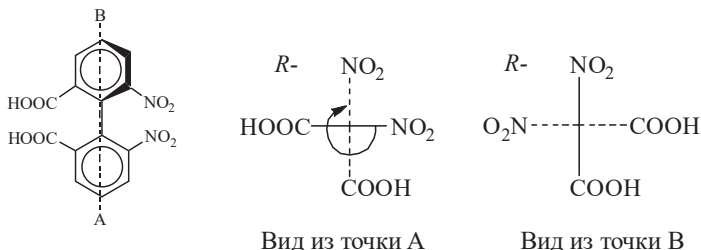


Вид из точки А



Вид из точки В

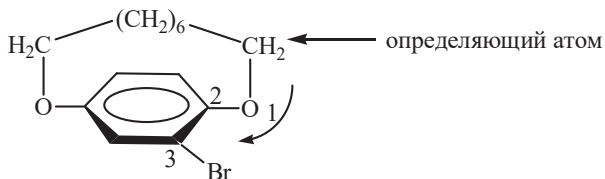
6,6'-Динитродифеновая кислота:



### 4.1.3. Соединения, обладающие плоскостью хиральности

Энантиомерия органических соединений может быть обусловлена существованием плоскости хиральности, относительно которой две части молекулы отличаются друг от друга.

Обозначение конфигурации производится по *R/S*-системе по дополнительным правилам. Приведем в качестве примера *R*-13-бром-1,12-диокса-[12]-парациклофан:



**Правило 1.** Определяют хиральную плоскость, которая должна быть естественной плоскостью молекулы (например, плоскость бензольного кольца).

**Правило 2.** В качестве определяющего атома выбирают атом с наибольшим старшинством, который связан с атомом хиральной плоскости.

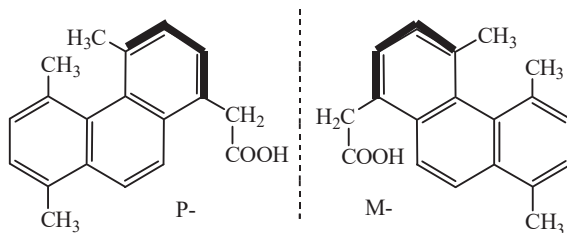
**Правило 3.** Нумеруют атомы в хиральной плоскости, начиная с атома, который связан с определяющим атомом и предшествует атому, обладающему следующим ближайшим старшинством в хиральной плоскости.

*Правило 4.* Если направление отсчета при рассмотрении со стороны определяющего атома следует по часовой стрелке, то молекула имеет *R*-конфигурацию, а направление отсчета против часовой стрелки говорит о *S*-конфигурации.

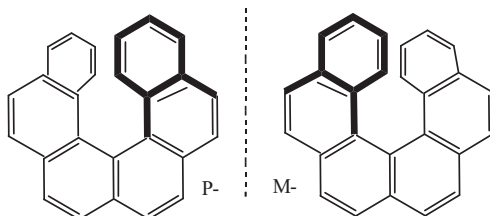
#### 4.1.4. Соединения, обладающие спиральностью

Спиральность представляет собой особый вид хиральности. Энантиомеры некоторых молекул можно описать с помощью спирали (винта). Спираль всегда хиральна, помимо своей оси шага она характеризуется еще и типом винтообразного движения. Последний может быть или правовращающим [вращение по часовой стрелке с перемещением по оси от наблюдателя; обозначается прямой прописной светлого начертания латинской буквой *P* (от *plus*)], или левовращающим [обозначается прямой прописной светлого начертания латинской буквой *M* (от *minus*)].

Например:



4,5,8-триметилфенантренил-1-уксусная кислота



Гексагелицен

## 4.2. ДИАСТЕРЕОМЕРЫ

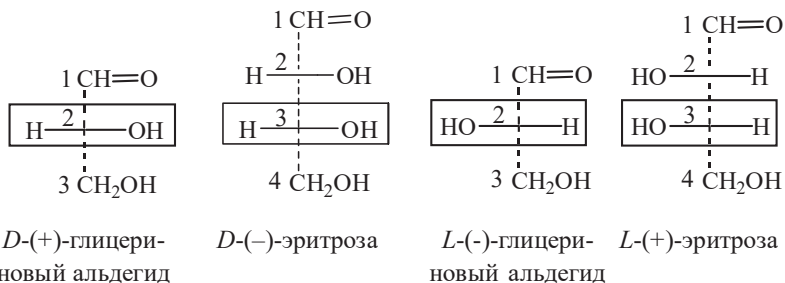
### 4.2.1. Соединения, обладающие несколькими хиральными центрами

#### 4.2.1.1. *D/L*-система

##### 4.2.1.1.1. Углеводы

В правилах ИЮПАК тривиальным названиям отдается предпочтение перед систематическими для ациклических альдоз с 3, 4, 5 и 6 атомами углерода (см. конфигурацию альдоз *D*-ряда в подразделе 3.4.1).

Обозначение *D*- получает тот стереоизомер, у которого конфигурация нижнего хирального центра соответствует конфигурации правовращающего глицеринового альдегида; *L*-конфигурация моносахарида соответствует конфигурации левовращающего глицеринового альдегида.



При нумерации главной цепи моносахаридов карбонильная группа получает наименьший локант из возможных.

Если это  $\text{CH=O}$ -группа, то ее нумеруют цифрой 1.

Если это  $\text{C=O}$ -группа, то нумерацию начинают с ближайшего к ней конца.

Конфигурацию от одной до четырех последовательно расположенных  $\text{CH-OH}$ -групп обозначают при помощи приводимых ниже конфигурационных префиксов, образованных от тривиальных названий (табл. 44).

## Конфигурационные префиксы альдоз

Одна группа родоначальных структур		Две группы родоначальных структур	
$\begin{array}{c} X \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ Y \end{array}$ <i>D-глицеро-</i>		$\begin{array}{c} X \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ Y \end{array}$ <i>D-эритро-</i>	$\begin{array}{c} X \\ \vdots \\ HO - C - H \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ Y \end{array}$ <i>D-трео-</i>
Три группы родоначальных структур			
$\begin{array}{c} X \\ \vdots \\ HO - C - H \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ Y \end{array}$ <i>D-арабино-</i>	$\begin{array}{c} X \\ \vdots \\ HO - C - H \\ \vdots \\ HO - C - H \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ Y \end{array}$ <i>D-ликси-</i>	$\begin{array}{c} X \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ Y \end{array}$ <i>D-рибо-</i>	$\begin{array}{c} X \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ HO - C - H \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ Y \end{array}$ <i>D-ксило-</i>
Четыре группы родоначальных структур			
$\begin{array}{c} X \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ Y \end{array}$ <i>D-алло-</i>	$\begin{array}{c} X \\ \vdots \\ HO - C - H \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ Y \end{array}$ <i>D-альтро-</i>	$\begin{array}{c} X \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ HO - C - H \\ \vdots \\ HO - C - H \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ Y \end{array}$ <i>D-галакто-</i>	$\begin{array}{c} X \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ HO - C - H \\ \vdots \\ HO - C - H \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ Y \end{array}$ <i>D-глюко-</i>
$\begin{array}{c} X \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ HO - C - H \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ Y \end{array}$ <i>D-гуло-</i>	$\begin{array}{c} X \\ \vdots \\ HO - C - H \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ HO - C - H \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ Y \end{array}$ <i>D-идо-</i>	$\begin{array}{c} X \\ \vdots \\ HO - C - H \\ \vdots \\ HO - C - H \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ Y \end{array}$ <i>D-манно-</i>	$\begin{array}{c} X \\ \vdots \\ HO - C - H \\ \vdots \\ HO - C - H \\ \vdots \\ HO - C - H \\ \vdots \\ H - C - OH \\ \vdots \\ Y \end{array}$ <i>D-тало-</i>

П р и м е ч а н и е. Буквой X обозначена группа с С-атомом, локант которого – наименьший; буквой Y обозначена группа с С-атомом, локант которого – наибольший.



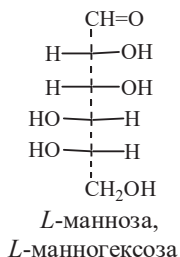
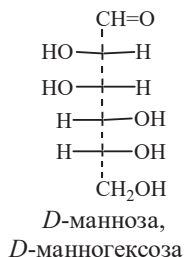
Итак, систематические названия альдоз образуют из конфигурационного префикса и аффиксов **-оза** после корня (табл. 45).

Т а б л и ц а 45

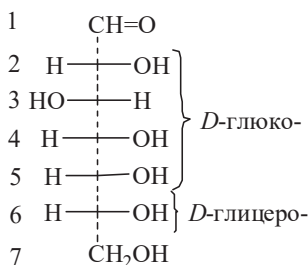
**Названия некоторых альдоз**

Структурная формула соединения	Название	
	тривиальное	по номенклатуре ИЮПАК
$  \begin{array}{c}  \text{CH=O} \\    \\  \text{HO} - \text{C} - \text{H} \\    \\  \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  $	<i>D</i> -треоза	<i>D</i> -трео-тетроза
$  \begin{array}{c}  \text{CH=O} \\    \\  \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\    \\  \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\    \\  \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  $	<i>D</i> -рибоза	<i>D</i> -рибо-пентоза
$  \begin{array}{c}  \text{CH=O} \\    \\  \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\    \\  \text{HO} - \text{C} - \text{H} \\    \\  \text{HO} - \text{C} - \text{H} \\    \\  \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  $	<i>D</i> -галактоза	<i>D</i> -галакто-гексоза

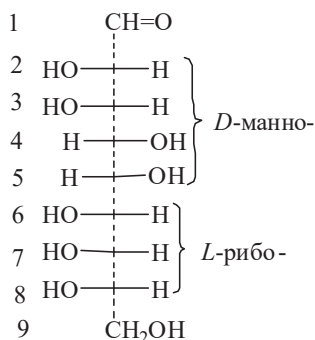
Члены *L*-ряда имеют обратные конфигурации у каждого хирального центра.



Иногда для построения названий альдоз приходится использовать два конфигурационных префикса. В этом случае углеродную цепь, начиная с хирального центра, соседнего с  $\text{CH=O}$ -группой, разделяют на нужное число групп по четыре С-атома в каждой (возможно, с остатком). Каждую такую группу обозначают префиксом (см. табл. 44). Префиксы перечисляют в названии альдозы, начиная с самого дальнего от  $\text{CH=O}$ -группы хирального центра. Если необходимо, ставят локанты непосредственно перед конфигурационными префиксами.

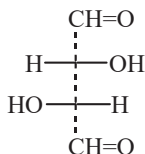


*D*-глицеро-*D*-глюкогептоза

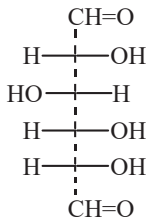


*L*-рибо-*D*-манноноза

В диальдегидах имеются две  $\text{CH=O}$ -группы. Названия образуют, используя аффиксы **-одиальдоза**. Локанты для  $\text{CH=O}$ -групп не нужны, так как эти группы должны располагаться на концах цепи.



*L*-трео-тетродиаальдоза



*D*-глюко-гексодиальдоза

(но не *L*-гуло-гексодиальдоза,  
так как префикс *глюко-* предшествует  
префиксу *гуло-* по алфавиту)

Моносахариды с группой C=O называются к е т о з а м и.

Корни в названиях ациклических форм кетоз определяются числом атомов в них: 4 атома – тетраулоза, 5 атомов – пентулоза, 6 атомов – гексулоза, 7 атомов – гептулоза, 8 атомов – октулоза.

Некоторые тривиальные названия 2-кетоз укоренились и являются предпочтительными (табл. 46).

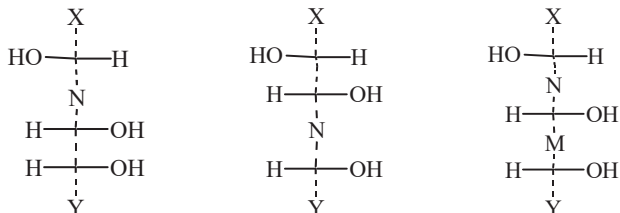
Т а б л и ц а 46

**Названия некоторых 2-кетоз**

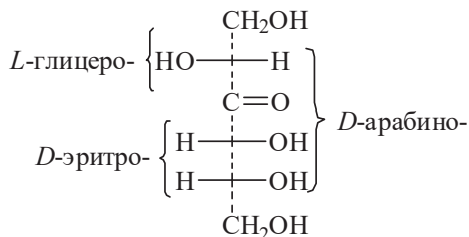
Структурная формула соединения	Название	
	тривиальное (предпочтительное)	по номенклатуре ИЮПАК
$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{OH} \\    \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  \left. \vphantom{\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}} \right\} D\text{-арабино-}  $	<i>D</i> -фруктоза	<i>D</i> -арабино-2-гексулоза
$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{OH} \\    \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  \left. \vphantom{\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}} \right\} L\text{-ксило-}  $	<i>L</i> -сорбоза	<i>L</i> -ксило-2-гексулоза

Начиная с 1952 г. в номенклатурной практике в Соединенных Штатах Америки и в Великобритании используется иной подход к составлению названий кетоз. Названия этих соединений образуют в результате рассмотрения последовательных, но не обязательно прилегающих друг к другу групп >CH–OH.

Например, все три проекционные формулы относятся к типу *D*-арабино-:

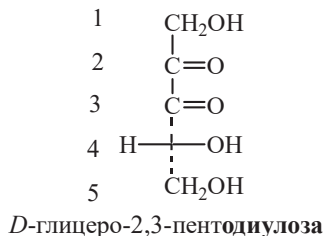


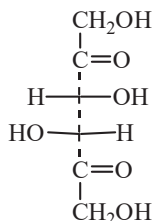
В них М и N – отдельные нехиральные атомы углерода; также последовательности этих атомов могут представлять собой группы  $\text{CH}_2$  в дезоксисоединениях или  $\text{C}=\text{O}$ -группу в кетозах. Поэтому кетозы, не относящиеся к 2-кетозам, могут иметь два приемлемых названия.



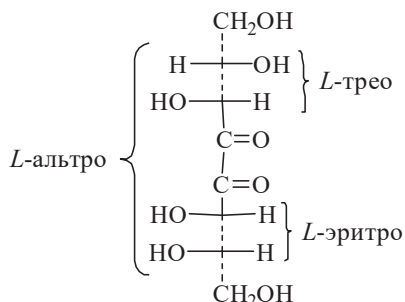
Название систематическое – *D*-эритро-*L*-глицеро-3-гексулоза, название англо-американское – *D*-арабино-3-гексулоза.

Названия дикетоз, содержащих два кетонных карбонила, образуют, заменяя аффиксы **-улоза** (**-а** – флексия) на аффиксы **-одиулоза**. Выбирают наименьший из возможных локантов и указывают его с дефисом после конфигурационного префикса.





*L*-трео-2,5-гексодиулоза

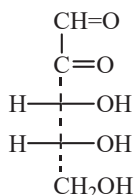


*L*-трео-*L*-эритро-4,5-октаодиулоза

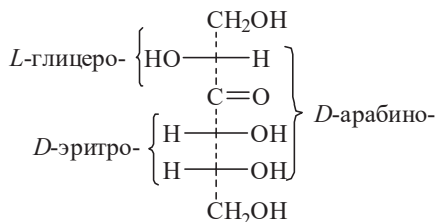
(префиксы перечисляются в алфавитном порядке)

или *L*-альтро-4,5-октаодиулоза

Альдокетозы одновременно имеют группы  $-\text{CH}=\text{O}$  и  $>\text{C}=\text{O}$ . Для построения названий этих соединений используют аффиксы **-озулоза** (**-а** – флексия). Группа  $-\text{CH}=\text{O}$  всегда нумеруется цифрой 1, и этот локант в название не входит.



*D*-эритро-2-пентозулоза

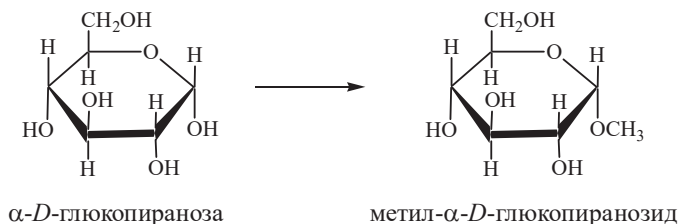


*D*-эритро-*L*-глицеро-3-гексозулоза  
или *D*-арабино-3-гексозулоза

#### 4.2.1.1.2. Производные и продукты превращения моносахаридов

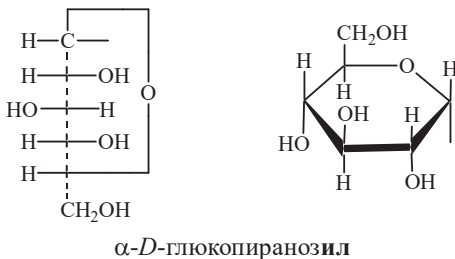
Названия таким соединениям дают по номенклатурным правилам, установленным для образования названий моносахаридов.

**Гликозиды.** Это смешанные ацетали, образованные замещением на радикал атома водорода полуацетальной гидроксильной группы циклической формы альдозы или кетозы. Их название составляют путем замены флексии **-а** в названии соответствующего моносахарида на суффикс **-ид** и помещения перед образовавшимся словом названия органического радикала.



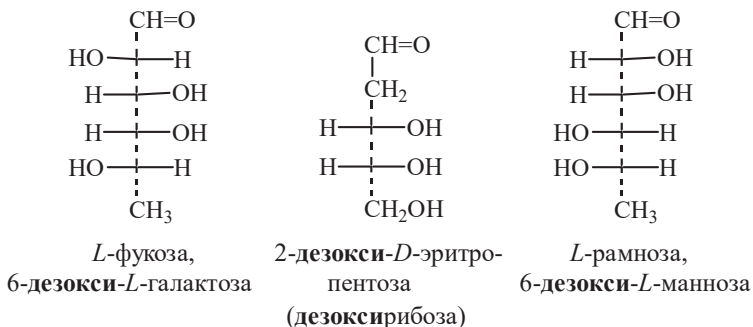
Углеводную часть гликозида называют *гликоном* (D-глюкоза), спиртовую – *агликоном* (метанол).

Если от альдозы или кетозы циклической формы отнять полуацетальную гидроксильную группу, то остаток будет представлять собой **г л и к о з и л ь н ы й р а д и к а л**. Таким веществам дают название, заменяя флексию **-а** в названии соответствующего сахара суффиксом **-ил**.

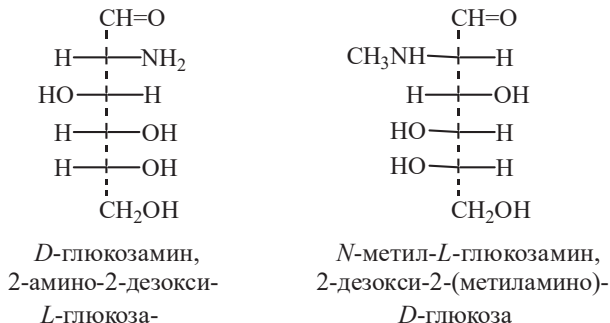


**Дезоксисахара.** Отсутствие спиртовой ОН-группы в моносахариде указывается с помощью префикса **дезокси-**, которому пред-

шествует локант, затем ставится дефис и следует систематическое или тривиальное название. Систематическое название составляют из соответствующего конфигурационного префикса и основы.

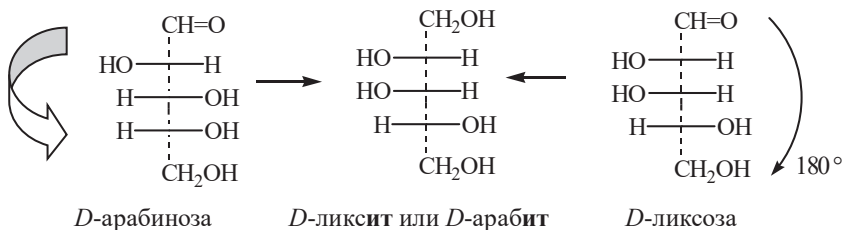


**Аминосакхара.** При замене спиртовой гидроксильной группы на аминогруппу образуются аминосакхара. Для номенклатурных целей эти соединения рассматривают как продукты замещения соответствующего Н-атома в дезоксисоединениях на аминогруппы. Соответствующий С-атом сохраняется как хиральный центр, и название этого атома включается в конфигурационный префикс.

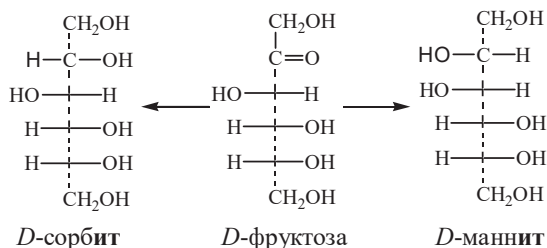


**Многоатомные спирты.** Эти спирты начиная с четырехатомных можно рассматривать в аспекте их «родства» с моносахаридами. Названия многоатомных спиртов производят от названия соответствующего сахара путем замены аффиксов **-оза** на суффикс **-ит**.

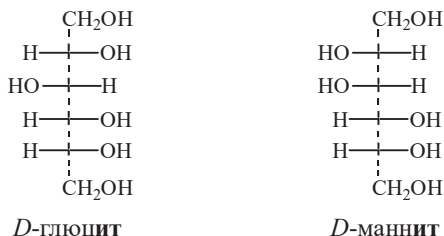
Принадлежность многоатомных спиртов, не являющихся мезосоединениями, к *D*- или *L*-ряду определяется тем же хиральным атомом углерода, который отвечает за стерическую принадлежность сахара.



Один и тот же многоатомный спирт может соответствовать нескольким моносахаридам. При этом каждой альдозе соответствует только один спирт, а каждой кетозе – два спирта с противоположными конфигурациями у нового хирального атома углерода, возникающего при замене кетогруппы на НСОН:

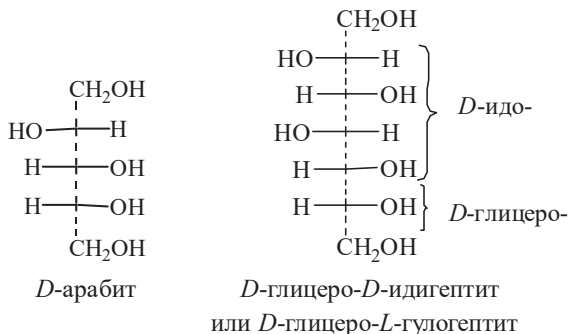


Если один и тот же альдит (сахароспирт) может быть произведен из двух альдоз, то предпочтительным является название, предшествующее в алфавитном порядке.

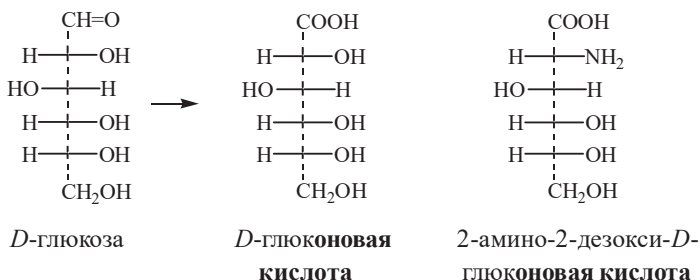




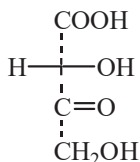
Для многоатомных спиртов, не являющихся мезосоединениями, принадлежность к *D*- или *L*-ряду определяется тем же асимметрическим атомом углерода, который отвечает за стереическую принадлежность сахара.



**Оновые, уроновые и аровые кислоты.** Окисление  $\text{CH=O}$ -группы альдоз в  $\text{COOH}$ -группу приводит к альдоновым кислотам, которые подразделяются на альдотрионовые, альдотетроновые и т. д. в зависимости от числа С-атомов в цепи. Их названия образуют, заменяя аффиксы **-оза** в названии альдозы составляющей **-оновая кислота**.

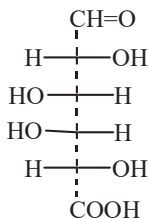


Если вторичная спиртовая группа альдоновой кислоты окисляется в карбонильную группу, образующиеся соединения называют, присоединя составляющую **-улозоновая кислота** к морфеме, указывающей число С-атомов в цепи, перед которой, в свою очередь, ставят соответствующий цифровой указатель местоположения кетонной функции.

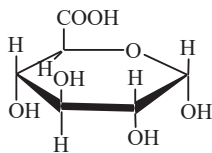


*D*-глицеро-3-тетрулозная кислота

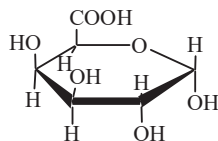
Уроновые кислоты, образуемые из альдоз, имеющих конечную группу  $\text{CH}_2\text{OH}$ , путем окисления только этой группы до  $\text{COOH}$ , называют, заменяя в соответствующем названии альдозы аффиксы **-оза** на составляющую **-уроновая кислота**. Цифрой 1 нумеруется С-атом альдегидной или полуацетальной группы.



*D*-галактуро**но**вая  
кислота

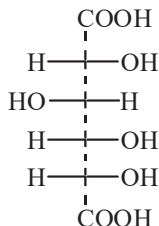


$\alpha$ -*D*-глюкопиран-  
**уро**новая кислота

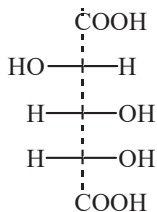


$\alpha$ -*D*-галактопиран-  
**уро**новая кислота

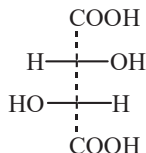
Альдаровые (сахарные) кислоты образуются при окислении в альдозах обоих конечных С-атомов. Названия данных кислот образуют, заменяя в соответствующем названии альдозы аффиксы **-оза** на составляющую **-аровая кислота**.



*D*-глюко**ар**овая  
кислота



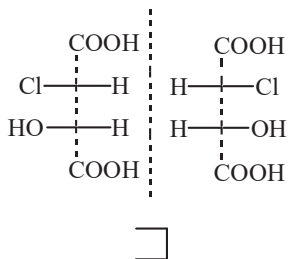
*D*-араби**нар**овая  
кислота



*L*-тре**ар**овая  
кислота

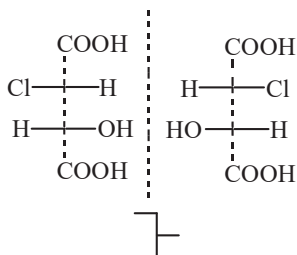
Для указания взаимного расположения заместителей у соединений с двумя разными асимметрическими атомами применяют названия, происходящие от названий углеводов эритрозы и треозы. Пример: хлоряблочная кислота.

*Эритро*-изомерами называют те изомеры, у которых два одинаковых боковых заместителя стоят в проекционной формуле на одной стороне (справа или слева).



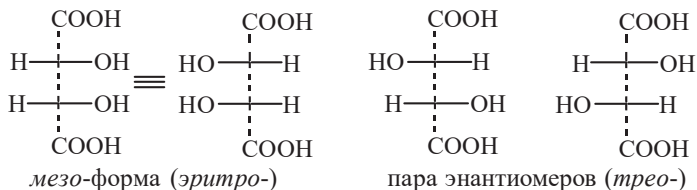
*Эритро*- (подобно букве Э)

*Трео*-изомеры имеют одинаковые боковые заместители, которые находятся по разные стороны проекционной формулы.

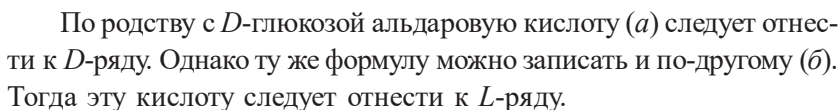


*Трео*- (подобно букве Т)

Число стереоизомеров может уменьшаться из-за частичной симметрии. Пример – винная кислота.

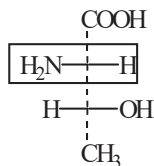


Второй недостаток заключается в осложнениях, которые возникают при выходе за пределы ограниченного стерического ряда. Так, например, двухосновные оксикислоты тесно связаны с моносахаридами, продуктами окисления которых являются. Поэтому, естественно, и на них следует распространить обозначения, употребляемые для сахаров.

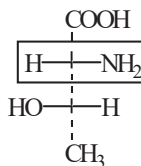


Названия  $\alpha$ -аминокислот, в которых имеются два хиральных центра, могут быть образованы с помощью прописных курсивных латинских букв *D* и *L* и прописной курсивной латинской буквы *S* (все три буквы – светлого начертания) в качестве нижнего индекса (*D<sub>S</sub>* и *L<sub>S</sub>*) и префиксов (**трео-**, **эритро-**), применяемых для обозначения конфигураций сахаров.

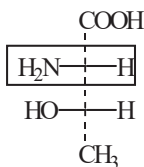
В качестве примера приведем треонин:



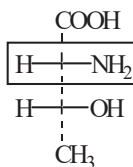
$L_S$ -треонин



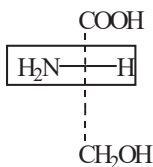
$D_S$ -треонин



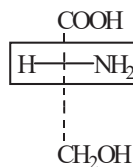
$L_S$ -эритреонин



$D_S$ -эритреонин



$L$ -серин

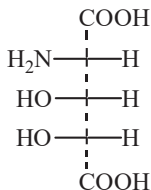


$D$ -серин

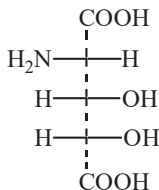
Нижние индексы в буквенных обозначениях  $D_S$ - и  $L_S$ - указывают на сходство конфигурации  $\alpha$ -углеродного атома с конфигурацией  $D$ - или  $L$ -серина.

Префиксы *трео*- и *эритро*- указывают на конфигурацию  $\beta$ -углеродного атома.

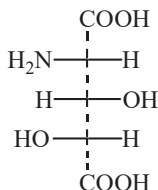
$\alpha$ -Аминокислоты с тремя хиральными центрами структурно могут быть изображены так, как, например, изображены приведенные ниже четыре структурные формулы 3,4-дигидрокси- $L$ -глутаминовой кислоты.



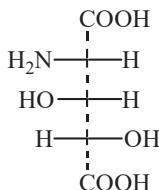
рибо-3,4-дигидрокси- $L_S$ -  
глутаминовая кислота



арабино-3,4-дигидрокси- $L_S$ -  
глутаминовая кислота



ксило-3,4-дигидрокси- $L_S$ -  
глутаминовая кислота



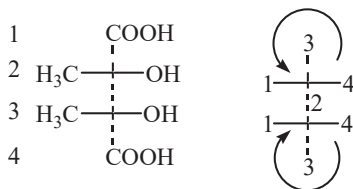
ликсо-3,4-дигидрокси- $L_S$ -  
глутаминовая кислота

Префиксы **рибо-**, **арабино-**, **ксило-** и **ликсо-** указывают на конфигурацию  $\beta$ - и  $\gamma$ -углеродных атомов.

#### 4.2.1.1.4. *R/S-система*

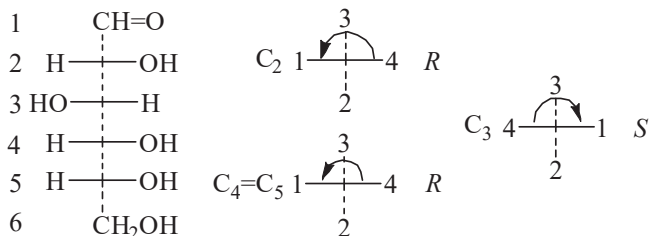
Используя вышеприведенные правила старшинства, можно обозначать конфигурацию соединений с несколькими хиральными центрами.

Конфигурация, например, 2,3-диметилвинной кислоты [OH (4) > COOH (3) > CH<sub>3</sub> (1)] такова:



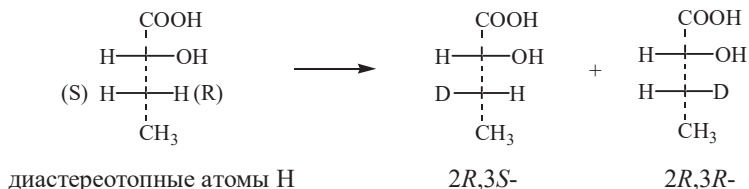
2*R*,3*S*-диметилвинная кислота

Конфигурация *D*-глюкозы [OH (4) > CH=O (3) > CH<sub>2</sub>OH (2) > H (1)]:



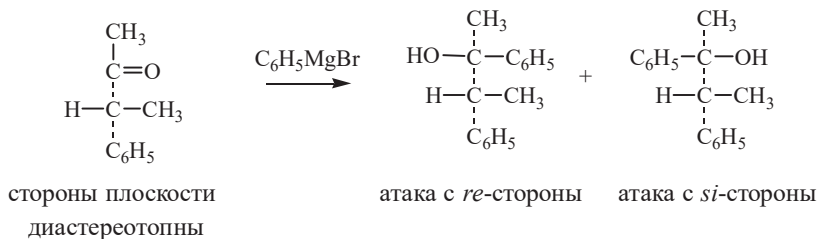
По *R/S*-системе можно обозначить и прохиральность. Если замена одного из парных заместителей в прохиральном центре на замест-

титель с бóльшим приоритетом приводит к *R*-хиральности, то исходный заместитель называют про-*R*-заместителем и обозначают символом *R*: 2*R*-яблочная кислота.

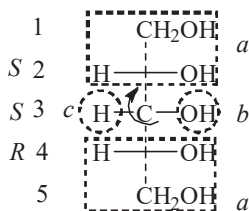


Аналогичным образом обозначают диастереотопность сторон карбонильной связи.

Приведем в качестве примера 3-фенилбутанон-2:



Если каждый из парных заместителей *a* в *Saabc* (см. приведенную ниже пространственную формулу рибита) содержит элементы хиральности, а внутри молекулы эти заместители энантиомерны, то говорят, что молекула содержит центр псевдохиральности. Рибит, например, имеет псевдохиральный центр при C-3. Это ахиральная молекула, так как заместители *b* и *c* у нее не хиральны.

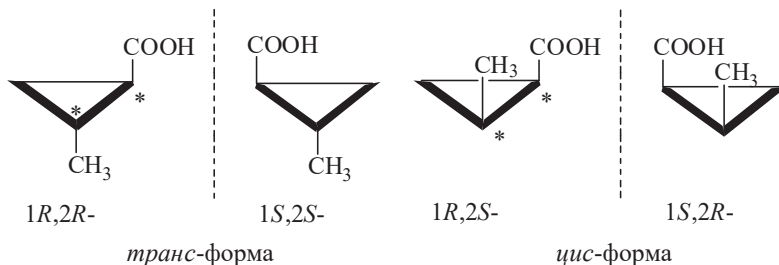


рибит

Однако соединения, имеющие центр псевдохиральности, могут быть хиральны, если один заместитель или оба заместителя содержат источник хиральности.

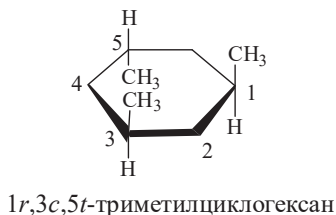
Чтобы определить внутримолекулярную конфигурацию по правилу Кана – Ингольда – Прелога, вводят дополнительное правило: парные хиральные заместители *R* старше заместителей *S*. Затем обозначают внутримолекулярную конфигурацию с помощью строчных курсивных букв *r* и *s* по тому же принципу, что и в случае обозначения с помощью прописных *R*- и *S*-.

Аналогичным образом обозначают конфигурации циклических соединений с несколькими хиральными центрами. Например, 2-метилциклопропановая кислота имеет два неэквивалентных хиральных центра и существует в виде конфигурационных изомеров.



Те изомеры, где заместители находятся по разные стороны плоскости цикла, называются *транс*-формами, а в *цис*-формах заместители располагаются по одну сторону плоскости цикла. Для обозначения конфигурации трехзамещенных циклов используется система, при которой указывается *цис*- (*c*) или *транс*- (*t*) положение заместителей относительно одного из них, выбранного в качестве «опорного» (обозначается курсивной буквой *r* от англ. *reference* – эталон).

Пример:

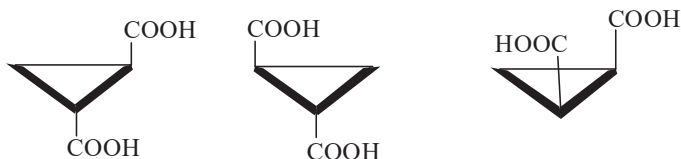




*Цис*-, *транс*-обозначение имеет смысл лишь в применении к насыщенным малым циклам от 3 до 7; в циклах с большим размером подвижность становится столь значительной, что уже нельзя говорить о *цис*- или *транс*-расположении заместителей.

Если в циклическом соединении присутствуют два одинаковых хиральных центра, то, как и в случае винной кислоты, такое соединение может существовать в виде трех конфигурационных изомеров.

Пример – циклопропан-1,2-дикарбоновая кислота:



1*R*,2*R*-

*транс*-форма

1*S*,2*S*-

*мезо*-(или *цис*-)форма

1*R*,2*S*-

Молекулы, не имеющие хиральных центров, обладают плоскостью симметрии и представляют собой диастереомеры.

Пример – 3-метилциклобутанкарбоновая кислота:



*цис*-форма

*транс*-форма

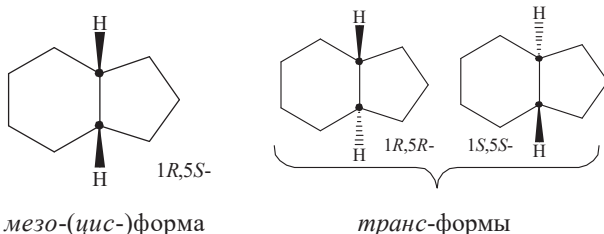


*цис*-форма

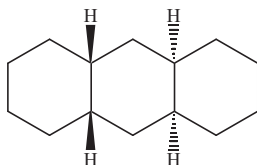
*транс*-форма

В ряду бициклических соединений также существует диастереомерия, возникающая благодаря наличию нескольких хиральных центров.

Пример – гидриндан (бицикло-[4,3,6]-нонан):



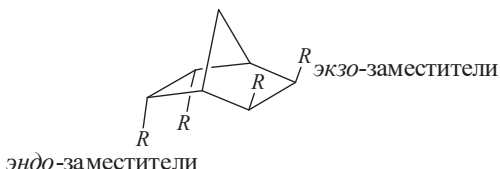
Если требуется обозначить конфигурацию при нескольких местах сочленения циклов, то используют префиксы **цисоид-** и **трансoid-** (пишутся светлыми строчными буквами курсивного начертания).



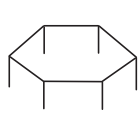
*цис-трансoid-цис-пергидроантрацен (или цис-анти-цис-)*

Для обозначения мостиковых структур используют префиксы **экзо-** и **эндо-** (тоже пишутся светлыми строчными буквами курсивного начертания).

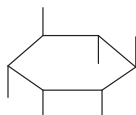
Пример – мостиковые структуры в норборнane (бицикло-[2,2,1]-гептане):



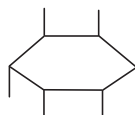
Для указания конфигурации стереоизомеров инозита (гексa-оксициклогексанов) применяется цифровое обозначение или добавляются соответствующие префиксы к слову «инозит».



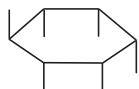
0-6 (*цис*-)



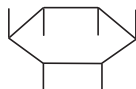
2-4 (*мио*-)



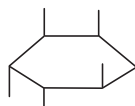
3-3 (*нео*-)



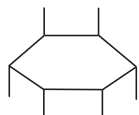
1-5 (*эпи*-)



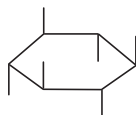
2-4 (*муко*-)



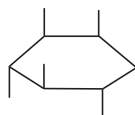
3-3 (-)



2-4 (*алло*-)



3-3 (*сцилло*-)



3-3 (+)

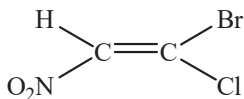
### 4.3. НОМЕНКЛАТУРА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗОМЕРОВ

В простейших случаях обозначение конфигурации не вызывает затруднений: *цис*-формами называют те изомеры, у которых одинаковые заместители стоят по одну сторону от плоскости  $\pi$ -связи; если одинаковые заместители стоят по разные стороны, то это *транс*-формы.

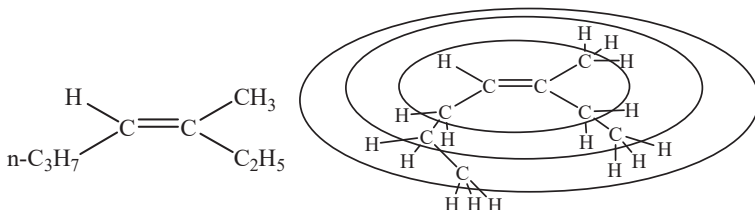
В более сложных случаях, когда все заместители разные, *цис*-, *транс*-обозначение затруднительно. В этом случае можно воспользоваться *E/Z*-системой.

*E/Z*-система предложена в 1968 г. и рекомендована ИЮПАК. Ее принцип заключается в том, что указывается *цис*- (*Z*) или *транс*- (*E*) положение старших заместителей при двойной связи. Старшинство определяется по правилу последовательности на основе подсчета атомных номеров. Старшими считаются заместители с бóльшим атомным номером. Если атомы, непосредственно связанные с ненасыщенными углеродами, одинаковы, то переходят ко второму «слою», а в случае необходимости – к третьему и т. д.

Пример:  $\text{Br} > \text{Cl} > \text{NO}_2 > \text{H}$ , так как  $35 > 17 > 7 > 1$ .



Старшие заместители  $\text{Br}$  и  $\text{NO}_2$  находятся в *транс*-положении, отсюда следует стереохимическое обозначение *E* (нем. *Entgegen* – напротив).



Для стереохимического обозначения 3-метилгептена-3 необходимо искать различия в высших «слоях». По первому «слою» группы  $\text{CH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5$ ,  $\text{C}_3\text{H}_7$  друга от друга не отличаются. Во втором «слое» у группы  $\text{CH}_3$  сумма атомных номеров равна 3, у групп  $\text{C}_2\text{H}_5$  и  $\text{C}_3\text{H}_7$  – 8. Значит, группа  $\text{CH}_3$  младше двух других. Таким образом, старшие группы –  $\text{C}_2\text{H}_5$  и  $\text{C}_3\text{H}_7$ , они находятся в *цис*-положении, следовательно, стереохимическое обозначение данного соединения – *Z* (нем. *Zusammen* – вместе).

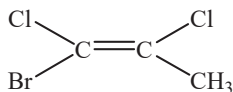
Для выбора старшинства между группами  $\text{C}_2\text{H}_5$  и  $\text{C}_3\text{H}_7$  пришлось бы перейти к атомам третьего «слоя»: сумма атомных номеров здесь равна 3 и 8, т. е. группа  $\text{C}_3\text{H}_7$  старше, чем группа  $\text{C}_2\text{H}_5$ .

В еще более сложных случаях надо учитывать дополнительные условия:

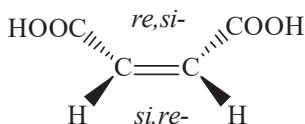
- а) атом, связанный двойной связью, считается дважды связанным, связанный тройной связью – трижды связанным;
- б) из числа изотопов старший – более тяжелый ( $\text{D} > \text{H}$ ).

Необходимо помнить, что обозначения *Z* и *E* не соответствуют *цис*- и *транс*-обозначениям, так как они выбираются по разным правилам.

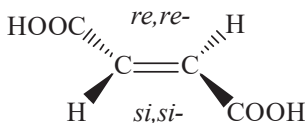
Пример – *цис*-1,2-дихлор-1-бромпропен-1, *E*-1,2-дихлор-1-бромпропен-1.



Для обозначения поверхностей двойных связей применяют *re/si*-систему (см. подраздел 4.1.1.3.2) при известном расположении заместителей при обоих углеродных атомах. Например, maleиновая кислота имеет *re,si*- и *si,re*-поверхности.

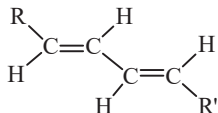


Фумаровая кислота – *re,re*- и *si,si*- поверхности.

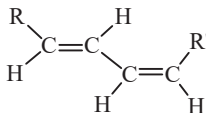


При наличии двух двойных связей количество изомеров увеличивается, и их обозначение определяется положением одинаковых атомов относительно двойных связей.

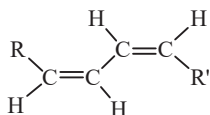
Например:



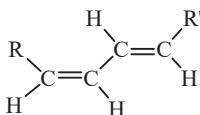
*транс-, транс-*



*транс-, цис-*

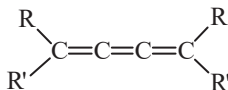


*цис-, цис-*

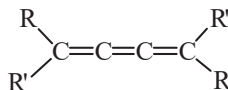


*цис-, транс-*

Геометрические изомеры кумуленов обозначаются как *цис*- и *транс*-.

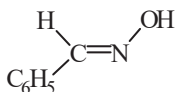


*цис*-

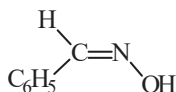


*транс*-

Чтобы не путать стереоизмерию оксимов, азоксисоединений и шиффовых оснований с обычной *цис*-, *транс*-изомерией, употребляют названия с префиксами *син*- и *анти*-. Например: *син*-бензальдоксим, сближены водород и оксимный гидроксил – *E*-бензальдоксим; *анти*-бензальдоксим, Н и ОН удалены – *Z*-бензальдоксим.



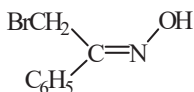
*син*-бензальдоксим



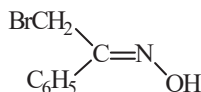
*анти*-бензальдоксим

Для обозначения конфигурации оксимов симметричных кетон префиксы *син*- и *анти*- неудобны, поэтому используют *E/Z*-систему, в которой старшинство заместителей определяют подсчетом атомных номеров. Обозначение *Z* соответствует при этом *цис*-расположению старших групп, *E* – их *транс*-расположению.

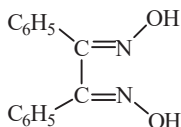
Например:



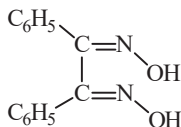
*E*-бромацетофеноноксим



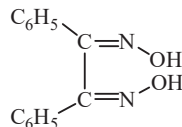
*Z*-бромацетофеноноксим



*анти*-бензилдиоксим  
(*E,E*-)



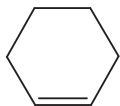
*амфи*-бензилдиоксим  
(*E,Z*-)



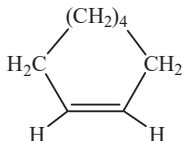
*син*-бензилдиоксим  
(*Z,Z*-)

Циклоалкены обозначаются так же, как и алкены. Однако если двойная связь находится в цикле с числом звеньев меньше 8, то

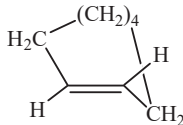
связи кольца обязательно должны иметь *цис*-конфигурацию, а незамещенные углеводороды всегда получают обозначение *Z*.



*Z*-циклогексен



*Z*-циклооктен



*E*-циклооктен

## 4.4. КОНФОРМАЦИОННЫЕ ИЗОМЕРЫ

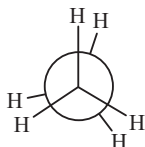
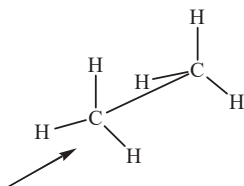
Соединения, обладающие одной определенной конфигурацией, могут иметь несколько конформаций благодаря вращению по C–C-связям.

### 4.4.1. Ациклические соединения

В основу номенклатуры конформаций положено понятие об угле кручения  $\varphi$  (двухгранном или диэдральном).

Угол кручения  $\varphi$  отсчитывается в общем случае между двумя старшими заместителями по часовой стрелке и выражается в условных единицах, равных  $60^\circ$ .

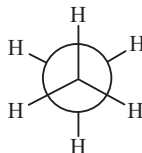
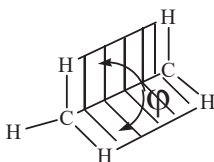
Например, конформации этана таковы:



$$\varphi = 0^\circ$$

символ:  $\varphi^0$

Названия: заслоненная (четная)



$$\varphi = 60^\circ$$

символ:  $\varphi^1$

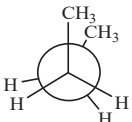
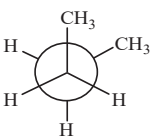
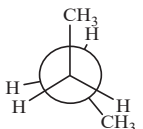
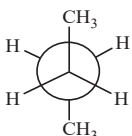
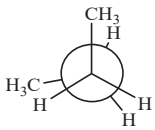
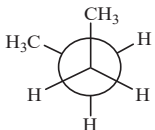
заторможенная (нечетная)

С усложнением молекулы число конформаций увеличивается, а следовательно, появляются новые названия.

Пример – конформации бутана (табл. 47).

Т а б л и ц а 47

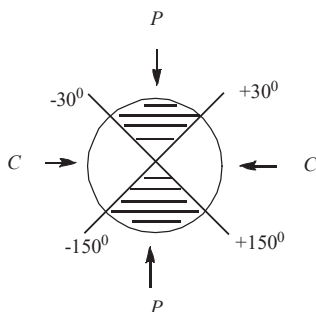
Названия конформаций бутана

Формула Ньюмена	$\varphi, ^\circ$	Обозначение	Название
	0	$\varphi^0$	Заслоненная, эклиптическая, полностью заслоненная, <i>цис</i> -, <i>син</i> -, син-планарная
	60	$\varphi^1$	Скошенная, шахматная, <i>гош</i> -
	120	$\varphi^2$	Частично заслоненная, поворотная
	180	$\varphi^3$	Трансоидная, заторможенная, <i>анти</i> -, <i>транс</i> -, антипланарная
	240	$\varphi^4$	Как у $\varphi^2$
	300	$\varphi^5$	Как у $\varphi^1$



Конформации  $\varphi^0$ ,  $\varphi^2$ ,  $\varphi^4$  называются нечетными, а  $\varphi^1$ ,  $\varphi^3$ ,  $\varphi^5$  четными (конформерами).

Наряду с этим употребляется система обозначений Кана – Ингольда – Прелога, которая имеет более общий характер. Она также основана на ньюменовских проекциях молекул, и названия строятся по приведенным ниже правилам.



**Правило 1.** Характеристические атомы выбираются следующим образом:

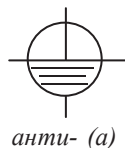
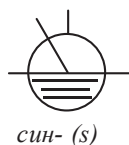
а) если три атома в данной системе не идентичны, то выбирается атом с наибольшим старшинством;

б) если два атома в данной системе идентичны, то выбирается оставшийся атом;

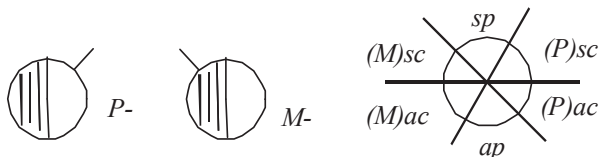
в) если идентичны все три атома, то выбирается атом с минимальным углом кручения по отношению к другому характеристическому атому.

**Правило 2.** Если два характеристических атома расположены в секторе от  $+30^\circ$  до  $-30^\circ$  и от  $+150^\circ$  до  $-150^\circ$  в ньюменовских проекциях, то конформационный изомер называется *син*- или *анти*-планарным (полностью заслоненным или заторможенным – *P*). Если эти атомы расположены в секторе от  $+30^\circ$  до  $+150^\circ$  и от  $-30^\circ$  до  $-150^\circ$ , то изомер называется *син*- или *анти*-клинальным (скошенным или частично заслоненным – *C*).

**Правило 3.** Если характеристические атомы расположены по одну сторону, то изомер называется *син*-изомером (*s*), а если они находятся по разные стороны, то *анти*- (*a*).



**Правило 4.** Если два характеристических атома рассматриваются спереди назад в направлении убывания старшинства и если удаленный характеристический атом появляется в секторе в направлении по часовой стрелке, то изомер обозначается латинской светлого начертания прописной курсивной буквой *P* или (+), а если против часовой стрелки, то латинской светлого начертания прописной курсивной буквой *M* или (–).



Поскольку во многих случаях величина двухгранного угла точно не известна, то принята система обозначения, приведенная в табл. 48.

Т а б л и ц а 48

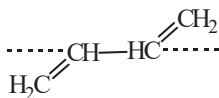
### Система обозначения конформеров

Двухгранный угол	Обозначение	Название	Прежнее обозначение
от $-30^\circ$ до $+30^\circ$	$\pm sp$	$\pm$ син-перипланарная	цис-
от $+31^\circ$ до $+90^\circ$	$(P)_{sc}$	+син-клинальная	гош-
от $+91^\circ$ до $+150^\circ$	$(P)_{as}$	+анти-клинальная	–
от $+151^\circ$ до $+210^\circ$ или $-150^\circ$	$\pm ap$	$\pm$ анти-перипланарная	транс-
от $-31^\circ$ до $-90^\circ$	$(M)_{sc}$	–син-клинальная	–
от $-91^\circ$ до $-150^\circ$	$(M)_{as}$	–анти-клинальная	гош-

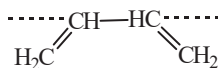
При этом двухгранный угол  $\phi$  считается положительным, если вращение одного заместителя относительно другого соответствует движению правого винта, и отрицательным, если вращение соответствует движению левого винта.

Для диеновых углеводородов,  $\alpha, \beta$ -непредельных альдегидов, кетонов и кислот существуют две конформации, различающиеся поворотом вокруг центральной простой связи C–C (*s*, от англ. *single* – один, единичный).

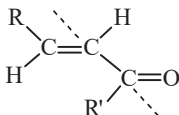
Пример – бутадиен-1,3.



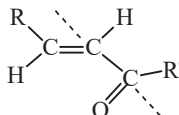
*s-trans-*



*s-цис-*



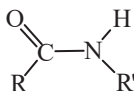
*s-trans-*



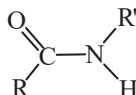
*s-цис-*

$\alpha, \beta$ -непредельный альдегид или кетон

В амидах карбоновых кислот двоевязанность связи C–N обуславливает существование двух плоских конформаций.



цисоидная (*E*-)



трансоидная (*Z*-)

Подобное обозначение применяется для указания конформации амидинов, хлорангидридов гидроксамовых кислот, имидоилхлоридов, диазокетонов, тиамидов и производных угольной кислоты.

Данная пространственная изомерия реализуется в случае N-производных мочевины и тиомочевины, карбаматов и тионкарбаматов.

## 4.4.2. Циклические соединения

Различные конформации могут принимать и циклические соединения.

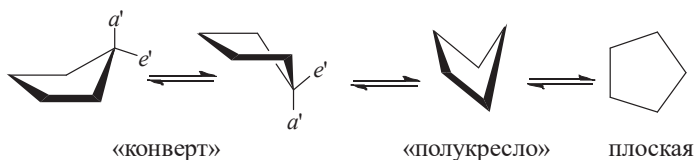
Циклопропан – единственный плоский алицикл.

Циклобутан уже не имеет плоского строения:



Здесь  $e'$  – псевдоэкваториальный атом,  $a'$  – псевдоосиальный атом

Двумя наиболее простыми конформациями цикlopentана являются конформации «конверт» и «полукресло».



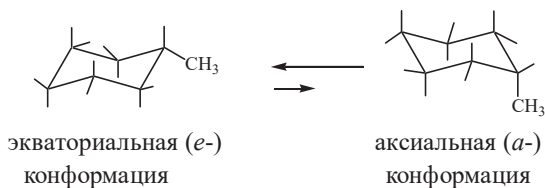
Для циклогексана существуют три конформации:



Здесь  $a$  – аксиальные атомы,  $e$  – экваториальные атомы,  
 $iso$  – изоклиальные атомы

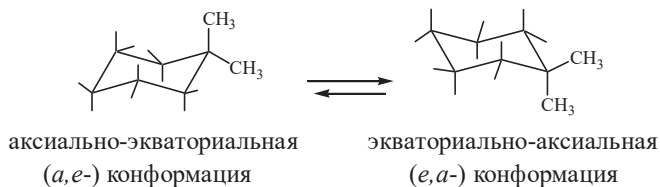
Наиболее устойчивое кольцо – циклогексановое. Такое кольцо не обладает абсолютной жесткостью, и оно может менять свою конформацию.

Пример – метилциклогексан:

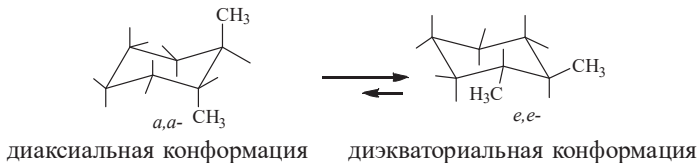
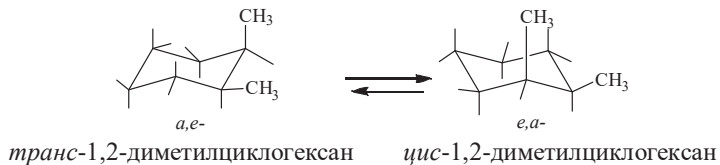


Аналогичные изменения конформации наблюдаются и у диметилциклогексанов.

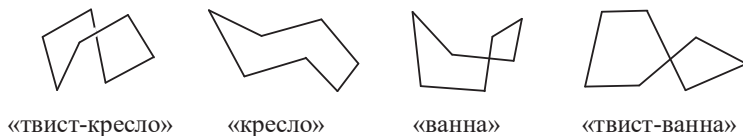
1,1-диметилциклогексан:



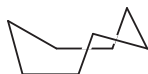
1,2-диметилциклогексан:



У циклогептана существуют четыре устойчивые конформации:



У циклооктана выделяют три конформации: «ванна-кресло», «седло» и «корона».



«ванна-кресло»



«седло»

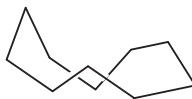


«корона»

У циклодекана конформаций две – «ванна-кресло-ванна» и «твист-ванна-кресло»:

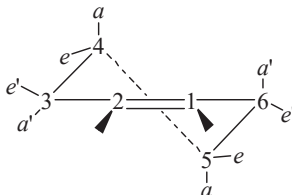


«ванна-кресло-ванна»



«твист-ванна-кресло»

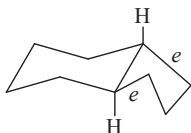
Для циклогексена установлена только одна конформация – «полукресло»:



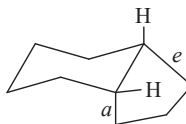
Здесь  $a$  – аксиальное положение;  $e$  – экваториальное положение;  $a'$  – псевдоэкваториальное положение;  $e'$  – псевдоаксиальное положение

В ди- и полициклических системах появление различных конформаций связано с различным сочленением колец.

Гидриндан:

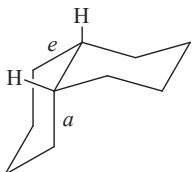


транс- ( $e,e$ -сочленение)

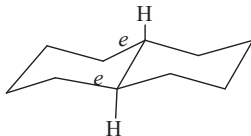


цис- ( $a,e$ -сочленение)

Декалин:

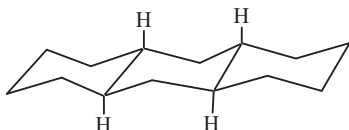


*цис- (a,e-сочленение)*

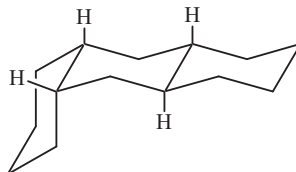


*транс- (e,e-сочленение)*

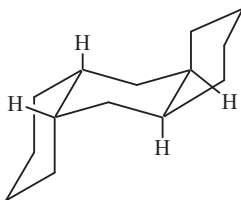
Пергидроантрацен за счет разного сочленения циклов существует в виде пяти конформаций:



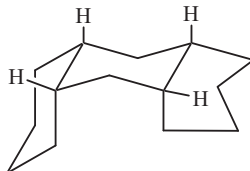
*транс-цисоид-транс-*



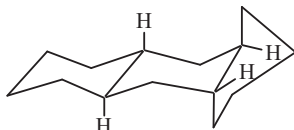
*цис-трансоид-транс-*



*цис-трансоид-цис-*



*цис-цисоид-цис-*

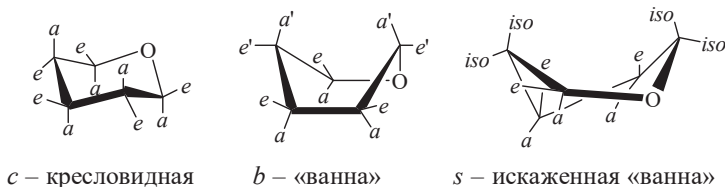


*транс-трансоид-транс-*

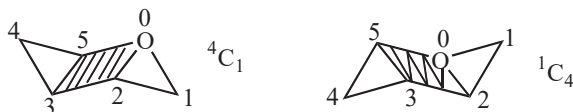
Аффиксы *транс-*, *цис-* в названиях конформаций указывают на характер сочленения циклов, а аффиксы *син-* и *анти-* — на местоположение крайних циклов относительно друг друга.

Изображение конформаций углеводов определяется по приведенным ниже правилам.

**Правило 1.** Конформации указываются с использованием следующих обозначений.



**Правило 2.** Атомы в пиранозном кольце нумеруют таким образом: кольцевой О-атом обозначается цифрой 0, далее нумерация ведется по ходу часовой стрелки.



**Правило 3.** Стандартная плоскость выбирается так, чтобы она проходила через четыре кольцевых атома.

Если однозначный выбор невозможен, как в случае конформеров в форме «кресла» и искаженной «ванны», стандартная плоскость выбирается таким образом, чтобы вне ее обязательно располагался кольцевой атом с наименьшим порядковым номером (локантом).

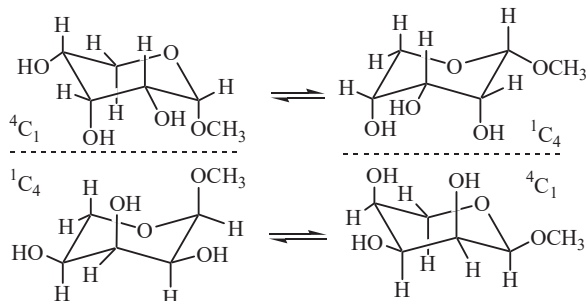
**Правило 4.** Кольцевые атомы, расположенные над стандартной плоскостью (нумерация по часовой стрелке при рассмотрении сверху), обозначаются верхними индексами слева от символа конформации, а кольцевые атомы, находящиеся под стандартной плоскостью, обозначаются нижними индексами справа от символа конформации.

Например, в случае метил- $\alpha$ -D-рибопиранозида энантиомерные конформеры получают разные обозначения. В зависимости от расположения метоксигруппы можно изобразить два конформера.



Пример:

конформеры метил- $\alpha$ -*D*-рибопиранозида

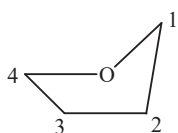


конформеры метил- $\alpha$ -*L*-рибопиранозида

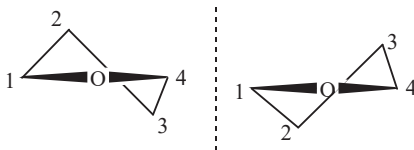
Конформер  $^4C_1$  (*D*-) является энантимером  $^1C_4$  (*L*-). По этой причине конформационные обозначения должны применяться одновременно с указанием *D*- или *L*-ряда.

Для изображения конформаций фуранозного кольца атомы нумеруются так: О-атом обозначается цифрой 0, далее нумерация ведется по ходу часовой стрелки.

Конформации фураноидного кольца обозначают следующим образом:



Е-конвертообразная

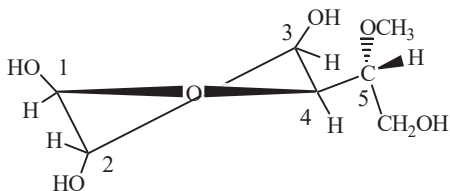


Т-твист-конформация

Стандартные плоскости для Е- и Т-конформаций выбирают таким образом, чтобы они проходили через четыре кольцевых атома.

Кольцевые атомы, лежащие над стандартной плоскостью (нумерация по ходу часовой стрелки сверху), обозначаются индексами вверху слева от символа конформации, а кольцевые атомы, лежащие под плоскостью, обозначаются индексами внизу справа от символа конформации.

Пример: 5-О-метил- $\beta$ -D-глюкоза имеет конформацию  ${}^3T_2$  (плоскость проходит через атомы C1, C4, O-атом и через среднюю точку между атомами C2 и C3).



В случае более сложного пространственного строения молекул следует обратиться к дополнительной литературе.

## 5. ОБОЗНАЧЕНИЕ КООРДИНАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ, СОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИЕ ЛИГАНДЫ

Названия координационных комплексов с участием лигандов как неорганической, так и органической природы составляются по единым правилам с учетом природы комплексного иона.

Приведем общие правила обозначения **состава комплексов**.

*Правило 1.* Для координированных молекул и катионов используются их немодифицированные названия, указываемые в круглых скобках.

Исключение – вода, аммиак, оксид азота(II) и угарный газ. В этих случаях применяются обозначения «аква», «аммин», «нитрозил» и «карбонил» соответственно.

*Правило 2.* Названия анионных лигандов оканчиваются на **-о**. Если название аниона без координации оканчивается на **-ид**, **-ит**, **-ят** или **-ат**, то в составе комплекса обозначения будут, соответственно, **-идо**, **-ито**, **-ято** или **-ато**.

Неорганические анионы, перечисленные в табл. 49, обозначаются особым образом.

Т а б л и ц а 49

Названия неорганических анионов,  
участвующих в координации

Формула аниона	Название лиганда
F <sup>-</sup>	Фторо
Cl <sup>-</sup>	Хлоро
Br <sup>-</sup>	Бромо
I <sup>-</sup>	Йодо

Формула аниона	Название лиганда
$O^{2-}$	Оксо
$H^{-}$	Гидридо
$OH^{-}$	Гидроксо
$O_2^{2-}$	Пероксо
$HO_2^{-}$	Гидропероксо
$S^{2-}$	Тио
$SH^{-}$	Меркапто
$CN^{-}$	Циано
$CH_3O^{-}$	Метокси
$CH_3S^{-}$	Метилтио

*Правило 3.* Сначала перечисляются лиганды-анионы, затем нейтральные молекулы. Лиганды в каждой из этих групп указываются в алфавитном порядке независимо от числа каждого из них.

Для обозначения ряда идентичных лигандов используются префиксы **ди-**, **три-** и т. д. и **бис-**, **трис-** и т. д. Последний вариант применяется для того, чтобы избежать двусмысленности в названии комплекса.

*Правило 4.* В названии комплекса обозначение центрального атома помещается после перечисления лигандов.

Особенность названия анионных комплексов такова: к корню латинского названия центрального атома добавляется суффикс **-ат**.

Традиционно в названиях катионных и нейтральных комплексов используют русские названия центральных атомов, но по рекомендации ИЮПАК лучше использовать корень латинского названия элемента, как и в названиях анионных комплексов.

Примеры названий комплексов приведены в табл. 50.

## Примеры названий комплексов

Формула	Название
$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2](\text{OH})$	Диамминсеребро(I) гидроксид или диамминаргентум(I) гидроксид
$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6](\text{NO}_3)_3$	Гексаакважелезо(III) нитрат или гексааквафerrум(III) нитрат
$\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5(\text{NO})]$	Натрий пентацианонитрозилферрат(III)
$\text{Na}[\text{Cr}(\text{NCS})_4(\text{NH}_3)_2]$	Натрий тетраизотиоцианатодиамминхромат(III)
$\text{Na}[\text{CuCl}_3\{\text{OC}(\text{NH}_2)_2\}]$	Натрий трихлоро(карбамид)купрат(II)
$\text{Fe}(\text{CO})_5$	Пентакарбонилжелезо
$\text{Co}_2(\text{CO})_8$	Октакарбонилдикобальт
$\text{LiAlH}_4$	Литий тетрагидридоалюминат(III)
$\text{NaBH}_4$	Натрий тетрагидридоборат(III)

Приведем общие правила обозначения **строения комплексов**.

*Правило 1.* В случае амбидентных и хелатирующих лигандов различные способы их присоединения указываются путем добавления в конце названия лиганда набранного светлым курсивом символа атома, посредством которого происходит присоединение.

*Правило 2.* Мостиковые атомы или группы обозначаются путем добавления строчной светлого начертания прямой греческой буквы  $\mu$  непосредственно перед их названием и отделением ее от остальной части дефисами.

*Правило 3.* Мостиковые группы перечисляются в общем алфавитном порядке названий всех лигандов. Если один и тот же лиганд присутствует в комплексе и как мостиковый, и как немостиковый, первым указывается мостиковый.

*Правило 4.* Если одна мостиковая группа связывает более двух центральных атомов, то число последних указывается путем добавления нижнего цифрового индекса к букве  $\mu$ .

*Правило 5.* Если образование мостиков ведет к созданию протяженных (полимерных) структур, соединения необходимо называть, основываясь на повторяющейся единице, и использовать префикс **катена-**.

*Правило 6.* Информация о пространственном строении комплекса может быть дана в названиях с помощью префиксов, приведенных в табл. 51.

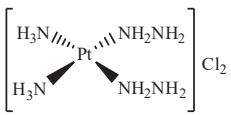
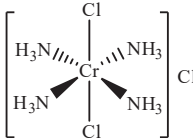
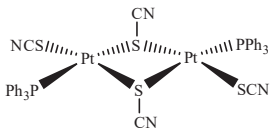
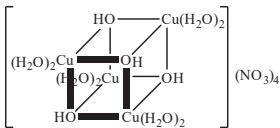
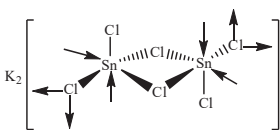
Т а б л и ц а 51

**Перечень префиксов, отражающих пространственное расположение лигандов относительно центрального атома**

Префикс	Что обозначает в названии
<i>асим-</i>	Асимметричное расположение лигандов
<i>сим-</i>	Симметричное расположение лигандов
<i>цис-</i>	Две группы, занимающие соседние положения
<i>транс-</i>	Две группы, находящиеся на противоположных сторонах по отношению к центральному атому
<i>фац- (гран-)</i>	Три группы, занимающие углы одной и той же грани октаэдра
<i>мер- (ос-)</i>	Три группы октаэдра в таких соотношениях, что одна группа занимает <i>цис</i> -положение по отношению к двум другим группам, находящимся в <i>транс</i> -положении по отношению друг к другу
<i>квадрато-</i>	Четыре атома, связанные в прямоугольник
<i>тетраэдро-</i>	Четыре атома, связанные в тетраэдр
<i>октаэдро-</i>	Шесть атомов, связанных в октаэдр
<i>трипризмо-</i>	Шесть атомов, связанных в треугольную призму

Примеры названий комплексов с учетом их пространственного строения приведены в табл. 52.

## Примеры названий комплексов

Формула	Название
	<i>Цис</i> -диамминдигидразинплатина(II) хлорид
	<i>Транс</i> -дихлоротетраамминхром(III) хлорид
	Ди- $\mu$ -тиоцианато- <i>S</i> -бис[тиоцианато- <i>S</i> -(трифенилфосфин)платина(II)]
	Тетра- $\mu_3$ -гидроксотетракис[диаквамедь(II)] нитрат
	Катена[дикалий бис( $\mu_3$ -хлоро)-бис( $\mu$ -хлоро)-бис(хлороостаннат(II))]

Рассмотренные выше правила используются и для образования названий координационных комплексов, содержащих органические лиганды.

Особенность участия органических лигандов в построении координационной сферы заключается, прежде всего, в реализации определенного пространственного расположения дентантностей органического лиганда относительно центрального атома.

Это проявляется, если лиганд благодаря особенностям его химического строения способен вызвать эффект хелатирования.

*Правило 1.* Присутствие в соединении углеводородных радикалов указывается посредством обычных названий радикалов с суффиксом **-ил**.

*Правило 2.* Лиганды, образованные от органических соединений депротонированием и не подпадающие под правило 1, получают дополнительный суффикс **-ато** и записываются в круглых скобках.

*Правило 3.* Если органический лиганд может терять разное количество протонов, то его заряд в координационном соединении указывается в круглых скобках после названия этого лиганда.

*Правило 4.* Если в координации могут участвовать разные атомы одного и того же элемента, то для их обозначения у координируемого атома (справа) ставится надстрочный индекс (арабская цифра).

*Правило 5.* Если все атомы лиганда связаны с центральным атомом, то перед названием лиганда помещается прямая строчная светлого начертания греческая буква  $\eta$ -, читаемая и как «гапто» (от греч. *hapto* – захватывать, связывать).

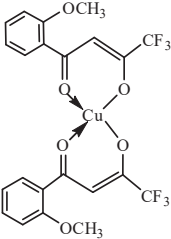
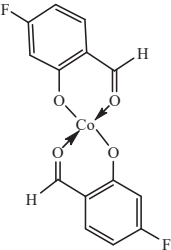
Примеры названий координационных комплексов, содержащих органические лиганды, приведены в табл. 53.

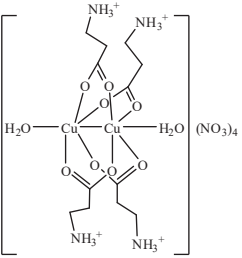
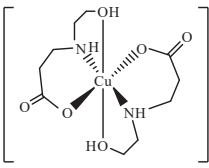
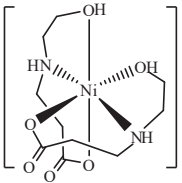
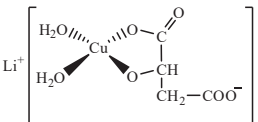
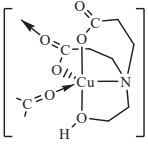
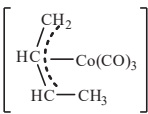
Т а б л и ц а 53

**Названия координационных комплексов  
с участием органических лигандов**

Формула	Название
$[\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4]\text{Cl}_2$	Тетра(трифенилфосфин)палладий(II) хлорид
$\text{K}[\text{BPh}_4]$	Калий тетрафенилборат(III)
$[\text{CuCl}_2(\text{CH}_3\text{NH}_2)_2]$	Дихлоробис(метиламин)медь(II)
$[\text{Ni}(\text{CO})_2(\text{PPh}_3)_2]$	Дикарбонилбис(трифенилфосфин)никель(0)



Формула	Название
$\left[ \text{Ni} \left( \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{N} = \text{C} = \text{C} = \text{N} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{HO} \quad \text{O} \end{array} \right)_2 \right]$	Бис-(2,3-бутандиондиоксимато)никель(II)
	<i>Цис</i> -ди-(1,1,1-трифтор-4-(2-метоксифенил)-бутан-2,4-дионато)медь(II)
	<i>Транс</i> -бис-(4-фторсалицилальдегидрато)-кобальт(II)
$\left[ \text{K} \left[ \begin{array}{c} \text{F}_3\text{C} \quad \text{F}_3\text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{O} = \text{C} \quad \text{C} = \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array} \right] \text{Mn} \left( \begin{array}{c} \text{F}_3\text{C} \quad \text{CF}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{O} = \text{C} \quad \text{C} = \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array} \right)_2 \right]$	Калий трис(гексафторацетилацетонато)-манганат(II)
$\left[ \begin{array}{c} \text{H}_2\text{O} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{H}_2\text{O} \quad \text{Mg} \quad \text{H}_2\text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{O} \end{array} \right] \left[ \begin{array}{c} \text{Cl} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{NH}_2 \quad \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{NH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{Cl} \end{array} \right]$	Гексааквамагний(II)- <i>транс,транс</i> -дихлоробис-(глициinato-N,O)медь(II)

Формула	Название
	Тетракис(μ-β-аланинато-О,О')диаквадимедь(II)тетранитрат
	Фац-бис[N-(2-гидроксиэтил)-3-аминопропионато-О¹,N,O²]медь(II)
	Мер-бис[N-(2-гидроксиэтил)-3-аминопропионато-О¹,N,O²]никель(II)
	Литий <i>цис</i> -тарtrato-(3-)-О¹,O²-диаквамедь(II)
	Катена- {μ-[N-(2-гидроксиэтил)иминодипропионато]медь(II)}
	(1-3-η-2-Бутенил)трикарбонилкобальт

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

*Бокий, Г. Б.* Введение в номенклатуру ИЮПАК / Г. Б. Бокий, Н. А. Голубкова. – Москва : Наука, 1989. – 184 с. – Текст : непосредственный.

*Кан, Р.* Введение в химическую номенклатуру / Р. Кан, О. М. Дермер. – Москва : Химия, 1983. – 224 с. – Текст : непосредственный.

Номенклатурные правила ИЮПАК по химии. В 3 томах. Том 2, полутом 1. – Москва : ВИНТИ, 1979. – С. 509–896. – Текст : непосредственный.

Номенклатурные правила ИЮПАК по химии. В 3 томах. Том 3, полутома 1, 2. – Москва : ВИНТИ, 1983. – С. 1–344. – Текст : непосредственный.

*Потапов, В. М.* Стереохимия / В. М. Потапов. – Москва : Химия, 1988. – 464 с. – Текст : непосредственный.

*Рамш, С. М.* Руководство по составлению названий гетероциклических соединений (с примерами задач) / С. М. Рамш. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2009. – 406 с. – Текст : непосредственный.

Справочник химика. В 8 томах. Дополнительный том. – Ленинград : Химия. Ленинградское отделение, 1968. – 444 с. – Текст : непосредственный.

*Хельвинкель, Д.* Систематическая номенклатура органических соединений / Д. Хельвинкель ; перевод с английского В. М. Демьянова, И. Н. Шишкиной. – Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2012. – 232 с. – Текст : непосредственный.

## НЕКОТОРЫЕ МОРФЕМЫ И СОСТАВЛЯЮЩИЕ В НАЗВАНИЯХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Фрагмент названия	Что обозначает
-адиен	В соединении имеются две двойные связи
-адиенин	В соединении есть две двойные связи и одна тройная связь
-адиин	В соединении имеются две тройные связи
аза-	В соединении присутствует гетероцикл, содержащий азот
-азид	В соединении присутствует $-N_3$
азо-	Соединение, содержащее $-N=N-$
азокси-	Соединение, содержащее $-N=N^+(-O^-)-$
алкилоксикарбонил-	В соединении присутствует $-CO_2Alk$
-аль	В соединении присутствует $-CH=O$
-амид	В соединении присутствует $-CONH_2$
-амидин	В соединении присутствует $-C(=NH)NH_2$
амидино-	В соединении присутствует $-C(=NH)NH_2$
-амин	В соединении присутствует $-NH_2$
амино-	В соединении присутствует $-NH_2$
-аммоний	В соединении присутствует $-NH_4^+$ , атомы водорода могут быть органическими заместителями
-ан	Насыщенный углеводород

Приложение 1. Продолжение

Фрагмент названия	Что обозначает
-ангидрид	Ангидрид кислоты
анти-	Характеристические заместители расположены в соединении с разных сторон относительно двойной связи или рассматриваемой плоскости (например, в оксиме или в конформере)
-аровая кислота	Дикарбоновая кислота, образованная окислением в альдозе обоих конечных атомов углерода
-атриен	В соединении имеются три двойные связи
-атриин	В соединении имеются три тройные связи
ацинитро-	В соединении присутствует $=N^+(-O^-)OH$
би-	Указывает на наличие в соединении двух идентичных колец
бис-	Обозначает присутствие в соединении двух идентичных заместителей
втор-	Соединение содержит радикал типа $RR'HC-$
галформил-	В соединении присутствует $-COHAl$
гем-	В соединении присутствуют два одинаковых заместителя при одном атоме углерода
-гидразид	В соединении присутствует $-CONHNH_2$
гидразино-	Производное гидразина $RNHNH_2$ (но не $CONHNH_2$ !)
гидразо-	В соединении присутствует $-NH-NH-$
гидро-	В кислотном фрагменте присутствует протон
гидрокси-	В соединении присутствует гидроксильная группа $-OH$
гидроперокси-	В соединении присутствует $-OOH$
-гидропероксид	В соединении присутствует $-OOH$
дезокси-	В соединении отсутствует $-OH$ группа

Приложение 1. Продолжение

Фрагмент названия	Что обозначает
диазо-	В соединении присутствует $=N^+=N^-$
-диазоний	Соединение, содержащее $RN_2^+$
дигидро-	Ненасыщенное циклическое соединение, у которого отсутствует одна кратная связь (гидрогенизирована)
-ен	В соединении присутствует двойная связь $C=C$
-ендиин	В соединении присутствуют двойная связь и две тройные связи
-енин	В соединении присутствуют двойная связь и тройная связь
-ид	Вещество является лактидом
-иден	Наличие в соединении двухвалентного заместителя, связанного одним атомом углерода
-идин	Наличие в соединении трехвалентного заместителя, связанного одним атомом углерода
изо-	Соединение содержит радикал типа $(CH_3)_2CH-$
-ил	Наличие в соединении одновалентного заместителя
-илат	Соль спирта (алкоголят)
-имин	В соединении присутствует $=NH$
имино-	В соединении присутствует $=NH$
-ин	В соединении присутствует тройная связь $C\equiv C$
-ит	Спирт, полученный гидрированием соответствующей альдозы
-карбальдегид	В соединении присутствует $-CH=O$
карбамоил-	В соединении присутствует $-CONH_2$
-карбинол	В соединении присутствует гидроксильная группа $-OH$

*Приложение 1. Продолжение*

Фрагмент названия	Что обозначает
-карбогидразид	В соединении присутствует $-\text{CONHNH}_2$
-карбоксамид	В соединении присутствует $-\text{CONH}_2$
карбокси-	В соединении присутствует карбоксильная группа $-\text{COOH}$
-карбоксиамидин	В соединении присутствует $-\text{C}(=\text{NH})\text{NH}_2$
-карбоксилат	В соединении присутствует $-\text{COO}^-$
-карбонилгалид	В соединении присутствует $-\text{COHal}$
-карбонитрил	В соединении присутствует $-\text{CN}$
квартер-	Указывает на наличие в соединении четырех идентичных колец
-лакта́м	Вещество является лактамом
мезо-	Оптически неактивная форма диастереомера
меркапто-	В соединении присутствует $-\text{SH}$
мета-	1,3-расположение заместителей арена
-нитрил	В соединении присутствует $-\text{CN}$
нитро-	В соединении присутствует $-\text{NO}_2$
нитрозо-	В соединении присутствует $-\text{NO}$
-оат	В соединении присутствует $-\text{COO}^-$
-овая кислота	Вещество является карбоновой кислотой
-одиа́льдоза	Диальдегид, полученный окислением соответствующей альдозы
-оил	В соединении присутствует $\text{RCO}-$
окса-	Гетероцикл, содержащий кислород
окси-	В соединении присутствует $-\text{OH}$
-оксид	Соль спирта (например, метоксид)

*Приложение 1. Продолжение*

Фрагмент названия	Что обозначает
-ол	Вещество относится к классу спиртов
-олид	Вещество является лактоном
-олят	Соль спирта (алкоголят)
-олят	Соль фенола
-он	В соединении присутствует кето-группа $\text{Alk}_2\text{C}=\text{O}$
-оний	Вещество является катионом
-оновая кислота	Кислота, полученная окислением альдегидной группы соответствующей альдозы
орто-	1,2-расположение заместителей арена
пара-	1,4-расположение заместителей арена
пергалид-	Замещение в соединении всех нефункциональных водородов на соответствующий галоген
пергидро-	Полностью гидрогенизированное непредельное циклическое соединение
-пероксид	В соединении присутствует $-\text{O}-\text{O}-$
син-	Характеристические заместители расположены в соединении с одной стороны относительно двойной связи или рассматриваемой плоскости (например, в оксиме или в конформере)
спиро-	Бицикл, имеющий только один общий для двух колец атом
сульфено-	В соединении присутствует $-\text{SOH}$
-сульфеновая кислота	Соединение общей формулы $\text{RSOH}$
-сульфид	Соединение общей формулы $\text{RSR}'$
сульфино-	В соединении присутствует $-\text{SO}_2\text{H}$
-сульфиновая кислота	Соединение общей формулы $\text{RSO}_2\text{H}$



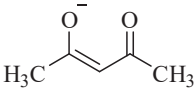
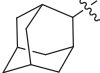
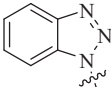
Приложение 1. Продолжение

Фрагмент названия	Что обозначает
сульфо-	В соединении присутствует $-\text{SO}_3\text{H}$
-сульфо кислота	Соединение общей формулы $\text{RSO}_3\text{H}$
-сульфоксид	Соединение общей формулы $\text{RSOR}'$
-сульфон	Соединение общей формулы $\text{RSO}_2\text{R}'$
-сульфоновая кислота	Соединение общей формулы $\text{RSO}_3\text{H}$
тер-	Наличие в соединении трех идентичных колец
тетрагидро-	Ненасыщенное циклическое соединение, у которого отсутствуют две кратные связи (гидрогенизированы)
тетраakis-	Наличие в соединении четырех идентичных заместителей
тия-	Гетероцикл, содержащий серу
транс-	Одинаковые заместители расположены в соединении с разных сторон относительно двойной связи либо цикла
трео-	Стереизомер, у которого два боковых заместителя в проекционной формуле Фишера расположены с разных сторон (как в треозе)
трет-	Соединение содержит радикал типа $\text{RR}'\text{R}''\text{C}-$
трис-	Наличие в соединении трех идентичных заместителей
-улоза	Вещество является кетотетрозой или кетопентозой
-улозоновая кислота	Кислота, полученная окислением альдегидной группы и одной из вторичных спиртовых групп соответствующей альдозы
-уроновая кислота	Кислота, полученная окислением концевой спиртовой группы соответствующей альдозы
формил-	В соединении присутствует $-\text{CH}=\text{O}$
циано-	В соединении присутствует $-\text{CN}$



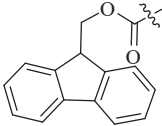
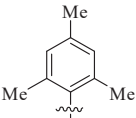
*Приложение 1. Окончание*

Фрагмент названия	Что обозначает
цикло-	Циклический углеводород или заместитель
цис-	Одинаковые заместители расположены в соединении с одной стороны относительно двойной связи либо цикла
экзо-	В бициклическом мостиковом соединении заместитель повернут в сторону мостика
эндо-	В бициклическом мостиковом соединении заместитель повернут в сторону, противоположную мостику
эпокси-	Эфир, имеющий атом кислорода, непосредственно присоединенный к двум смежным углеродным атомам цепи
эритро-	Стереоизомер, у которого два боковых заместителя в проекционной формуле Фишера расположены с одной стороны (как в эритрозе)
<i>D</i> -	Углевод, у которого конфигурация нижнего хирального центра в проекционной формуле Фишера соответствует конфигурации правовращающего глицеринового альдегида (гидроксильная группа изображается справа)
<i>L</i> -	Углевод, у которого конфигурация нижнего хирального центра в проекционной формуле Фишера соответствует конфигурации левовращающего глицеринового альдегида (гидроксильная группа изображается слева)
<i>E</i> -	Старшие заместители расположены в соединении с разных сторон относительно двойной связи
<i>Z</i> -	Старшие заместители расположены в соединении с одной стороны относительно двойной связи

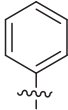
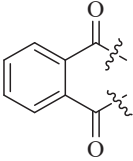
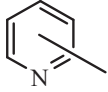
## НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ АББРЕВИАТУРЫ ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ

Аббревиатура	Название заместителя	Структурная формула
Ac	Ацетил	$\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})-$
acac	Ацетилацетонато	
Ad	Адамантил	
Alk	Алкил	Любой алкильный радикал
Am	Амил, <i>n</i> -пентил	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4-$
<i>i</i> -Am, <i>изо</i> -Am	Изоамил, изопентил	$(\text{CH}_3)_2\text{CH}(\text{CH}_2)_2-$
Siamyl	<i>втор</i> -Изоамил	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}(\text{CH}_3)-$
All	Аллил	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$
Ar	Арил	Любой арильный радикал
Bn	Бензил	$\text{PhCH}_2-$
Boc	<i>трет</i> -Бутилоксикарбонил	$-t\text{-BuOC}(=\text{O})-$
BOM	Бензилоксиметил	$\text{BnOCH}_2-$
Bt	Бензотриазол-1-ил	

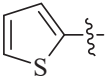

Приложение 2. Продолжение

Аббревиатура	Название заместителя	Структурная формула
Bu, <i>n</i> -Bu, <i>n</i> -Bu	<i>n</i> -Бутил	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3-$
<i>i</i> -Bu, <i>изо</i> -Bu	Изобутил	$\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2-$
<i>s</i> -Bu, <i>втор</i> -Bu	<i>втор</i> -Бутил	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)-$
<i>t</i> -Bu, <i>трет</i> -Bu	<i>трет</i> -Бутил	$(\text{CH}_3)_3\text{C}-$
Bz	Бензоил	$\text{PhC}(=\text{O})-$
CAM	Карбоксаимидометил	$\text{NH}_2\text{C}(=\text{O})\text{CH}_2-$
Cbz	Бензилоксикарбонил	$\text{BnOC}(=\text{O})-$
Cr	Циклопентадиенил	
Cy	Циклогексил	 $c\text{-C}_6\text{H}_{11},$
EE	1-Этоксиптил	$\text{EtOCH}(\text{CH}_3)-$
Et	Этил	$\text{CH}_3\text{CH}_2-$
Fmoc	Флуоренилметилоксикарбонил	
Het	Гетероарил	Любой гетероцикл
Me	Метил	$\text{CH}_3-$
Mes	Мезитил, 2,4,6-триметилфенил	

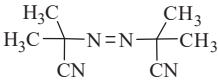
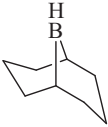
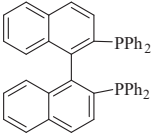
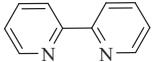



Приложение 2. Продолжение

Аббревиатура	Название заместителя	Структурная формула
MEM	$\beta$ -Метоксиэтоксиметил	$\text{MeOCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2-$
MOM	Метоксиметил	$\text{CH}_3\text{OCH}_2-$
MTM	Метилтиометил	$\text{CH}_3\text{SCH}_2-$
Ms	Мезил, метансульфонил	$\text{CH}_3\text{S(O)}_2-$
Naph (Nh)	Нафтил	$\text{C}_{10}\text{H}_8-$
Ph	Фенил	$\text{C}_6\text{H}_5-$ 
Phth	Фталоил	
Piv	Пивалоил	$(\text{CH}_3)_3\text{CC(=O)}-$
Pr	Пропил	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-$
<i>i</i> -Pr, <i>изо</i> -Pr	Изопропил	$(\text{CH}_3)_2\text{CH}-$
PMB	<i>пара</i> -Метоксибензил	$4\text{-MeOC}_6\text{H}_4\text{CH}_2-$
Py	Пиридил	
Tf	Трифторметан-сульфонил	$\text{CF}_3\text{S(O)}_2-$
TfO	Трифлат, трифторметансульфонат	$\text{CF}_3\text{S(O)}_2\text{O}-$
TBDPS	<i>трет</i> -Бутилдифенилсилил	$t\text{-BuPh}_2\text{Si}-$

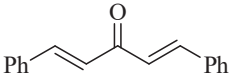
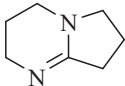
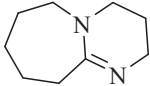
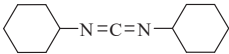
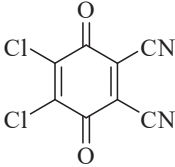
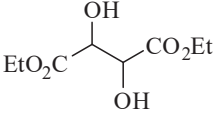
Приложение 2. Окончание

Аббревиатура	Название заместителя	Структурная формула
TBS	<i>трет</i> -Бутилдиметилсилил	$t\text{-BuMe}_2\text{Si-}$
TES	Триэтилсилил	$\text{Et}_3\text{Si-}$
Th	Тиенил	
THP	2-Тетрагидропиранил	
TIPS	Триизопропилсилил	$i\text{-Pr}_3\text{Si-}$
TMS	Триметилсилил (например, в TMSCl)	$(\text{CH}_3)_3\text{Si-}$
Tol	<i>пара</i> -Толил	$4\text{-MeC}_6\text{H}_4\text{-}$
<i>o</i> -Tol	<i>орто</i> -Толил	$2\text{-MeC}_6\text{H}_4\text{-}$
Tr	Тритил	$\text{Ph}_3\text{C-}$
Ts (Tos)	Тозил, <i>пара</i> -толуолсульфонил	$4\text{-MeC}_6\text{H}_4\text{S(O)}_2\text{-}$
Vin	Винил	$\text{CH}_2=\text{CH-}$

## НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ АББРЕВИАТУРЫ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ


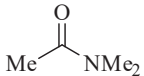
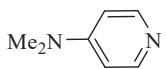
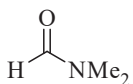
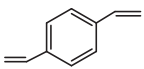
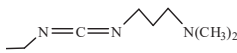
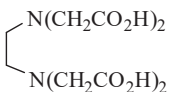
Аббревиатура	Название заместителя	Структурная формула
AIBN	Азобисизобутиронитрил	
9-BBN	9-Борабицикло[3.3.1]нонан	
BINAP	2,2'-Бис(дифенилфосфино)-1,1'-бинафтил	
Вру, Вipy	2,2'-Бипиридил	
CAN	Аммония-церия нитрат (IV)	$(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_6$
COD	1,5-Циклооктадиен	
COT	1,3,5,7-Циклооктатетраен	
DABCO	1,4-Диазабицикло[2.2.2]октан	

Приложение 3. Продолжение

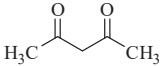
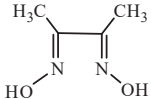
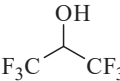
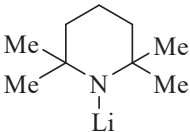
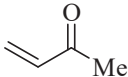

Аббревиатура	Название заместителя	Структурная формула
dba	Дибензилиденацетон	
DBE	1,2-Дибромэтан	$\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{Br}$
DBN	Диазабицикло[4.3.0]нон-5-ен	
DBU	Диазабицикло[5.4.0]ундец-7-ен	
DCC	<i>N,N'</i> -Дикарбогексилкарбодиимид	
DCE	1,2-Дихлорэтан	$\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$
DCM	Дихлорметан	$\text{CH}_2\text{Cl}_2$
DDQ	2,3-Дихлор-5,6-дицианобензохинон	
DET	Диэтилтарtrat	
DEA	Диэтиламин	$\text{HN}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_2$
DEAD	Диэтилазодикарбоксилат	$\text{EtO}_2\text{C}-\text{N}=\text{N}-\text{CO}_2\text{Et}$
Dien, ДЭТА	Диэтилентриамин	$(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2)_2\text{NH}$
DIPEA	<i>N,N</i> -Диизопропилэтиламин	<i>i</i> -Pr <sub>2</sub> NEt



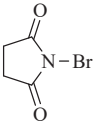
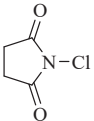
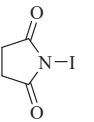
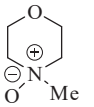
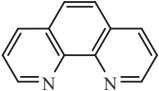
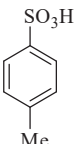
Приложение 3. Продолжение

Аббревиатура	Название заместителя	Структурная формула
DHP	2,3-Дигидро-2Н-пиран	
DIBAL-H	Гидрид диизобутилалюминия	$i\text{-Bu}_2\text{AlH}$
DMA, DMAc	Диметилацетамид	
DMAP	4-Диметиламинопиридин	
DME	1,2-Диметоксиэтан	$\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$
DMF, ДМФА	Диметилформамид	
DMS	Диметилсульфид	$\text{SMe}_2$
DMSO, ДМСО	Диметилсульфоксид	$\text{CH}_3\text{S}(\text{O})\text{CH}_3$
dppb	1,4-Бис(дифенилфосфино)бутан	$\text{Ph}_2\text{P}\text{---}\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{PPh}_2$
dvb	Дивинилбензол	
EDA, en	Этилендиамин	$\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$
EDC	1-Этил-3-(3-диметиламинопропил) карбодиимид	
EDTA, ЭДТА	Этилендиаминтетра-уксусная кислота	


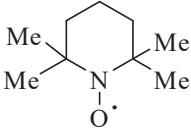

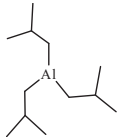
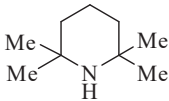
Приложение 3. Продолжение

Аббревиатура	Название заместителя	Структурная формула
Насас	Ацетилацетон	
H <sub>2</sub> dmg	Диметилглиоксим (2,3-бутандиондиоксим)	
HDMS	Гексаметилдисилазан	(Me <sub>3</sub> Si)NH
HFIP	1,1,1,3,3,3-Гексафтор-2-пропанол	
HMPA, ГМФТА	Гексаметилфосфотриамид	(Me <sub>2</sub> N) <sub>3</sub> P=O
H <sub>2</sub> ox	Щавелевая кислота	HOOC-COOH
LDA	Диизопропиламид лития	<i>i</i> -Pr <sub>2</sub> NLi
LHMDS	Бис(триметилсилил)амид лития	LiN(SiMe <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
LTMP	2,2,6,6-Тетраметилпиперидид лития	
mCPBA	<i>m</i> -Хлорпербензойная кислота	PhCOOOH
MS 4Å	Молекулярные сита с размером пор 4 Å	—
MVK	Винилметилкетон	
NBD	Норборнадиен	

Приложение 3. Продолжение

Аббревиатура	Название заместителя	Структурная формула
NBS	N-Бромсукцинимид	
NCS	N-Хлорсукцинимид	
NIS	N-Йодсукцинимид	
NMO	N-Метилморфолин-N-оксид	
PCC	Хлорхромат пиридиния	$C_5H_5NH^+ ClCrO_3^-$
PDC	Дихромат пиридиния	$(C_5H_5NH^+)_2 CrO_4^{2-}$
PEG	Полиэтиленгликоль	$HO(CH_2CH_2O)_n H$
phen	1,10-Фенантролин	
PPA	Полифосфорная кислота	$H_3PO_4 \cdot xP_2O_5$
PPTS	<i>n</i> -Толуолсульфокислота	

Приложение 3. Окончание

Аббревиатура	Название заместителя	Структурная формула
Py	Пиридин	
TBAF	Фторид тетрабутиламмония	$\text{Bu}_4\text{NF}$
TBHP	<i>tert</i> -Бутилгидропероксид	$\text{Me}_3\text{COOH}$
TEA	Триэтиламин	$\text{NEt}_3$
TEBA	Хлорид бензилтриэтиламмония	$\text{Bn}(\text{Et}_3)_3\text{N}^+\text{Cl}^-$
TEMPO	2,2,6,6-Тетраметилпиперидин-1-оксил	
TFA	Трифторуксусная кислота	$\text{CF}_3\text{COOH}$
TFAA	Трифторуксусный ангидрид	$(\text{CF}_3\text{CO})_2\text{O}$
THF, ТГФ	Тетрагидрофуран	
TiBA	Триизобутилалюминий	
TMEDA	<i>N,N,N',N'</i> -Тетраметилэтилендиамин	$\text{Me}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NMe}_2$
TMP	2,2,6,6-Тетраметилпиперидин	
TMS	Тетраметилсилан	$\text{Me}_4\text{Si}$
trien, ТЭТА	Триэтилететрамин	$\text{NH}_2(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH})_3\text{H}$
ur	Мочевина	$(\text{NH}_2)_2\text{C=O}$

Учебное издание

Вшивков Александр Акиндинович  
Мошкин Владимир Сергеевич  
Обыденнов Дмитрий Львович  
Пестов Александр Викторович

# НОМЕНКЛАТУРА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Учебное пособие

Заведующий редакцией *М. А. Овечкина*  
Редактор *Е. И. Маркина*  
Корректор *Е. И. Маркина*  
Компьютерная верстка *Г. Б. Головина*

Подписано в печать 06.12.19. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Цифровая печать.

Уч.-изд. л. 11,00. Усл. печ. л. 13,72. Тираж 40 экз. Заказ 285.

Издательство Уральского университета.

Редакционно-издательский отдел ИПЦ УрФУ

620083, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4.

Тел.: +7 (343) 389-94-79, 350-43-28

E-mail: [rio.marina.ovechkina@mail.ru](mailto:rio.marina.ovechkina@mail.ru)

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ

620083, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4.

Тел.: +7 (343) 358-93-06, 350-58-20, 350-90-13

Факс +7 (343) 358-93-06

<http://print.urfu.ru>



